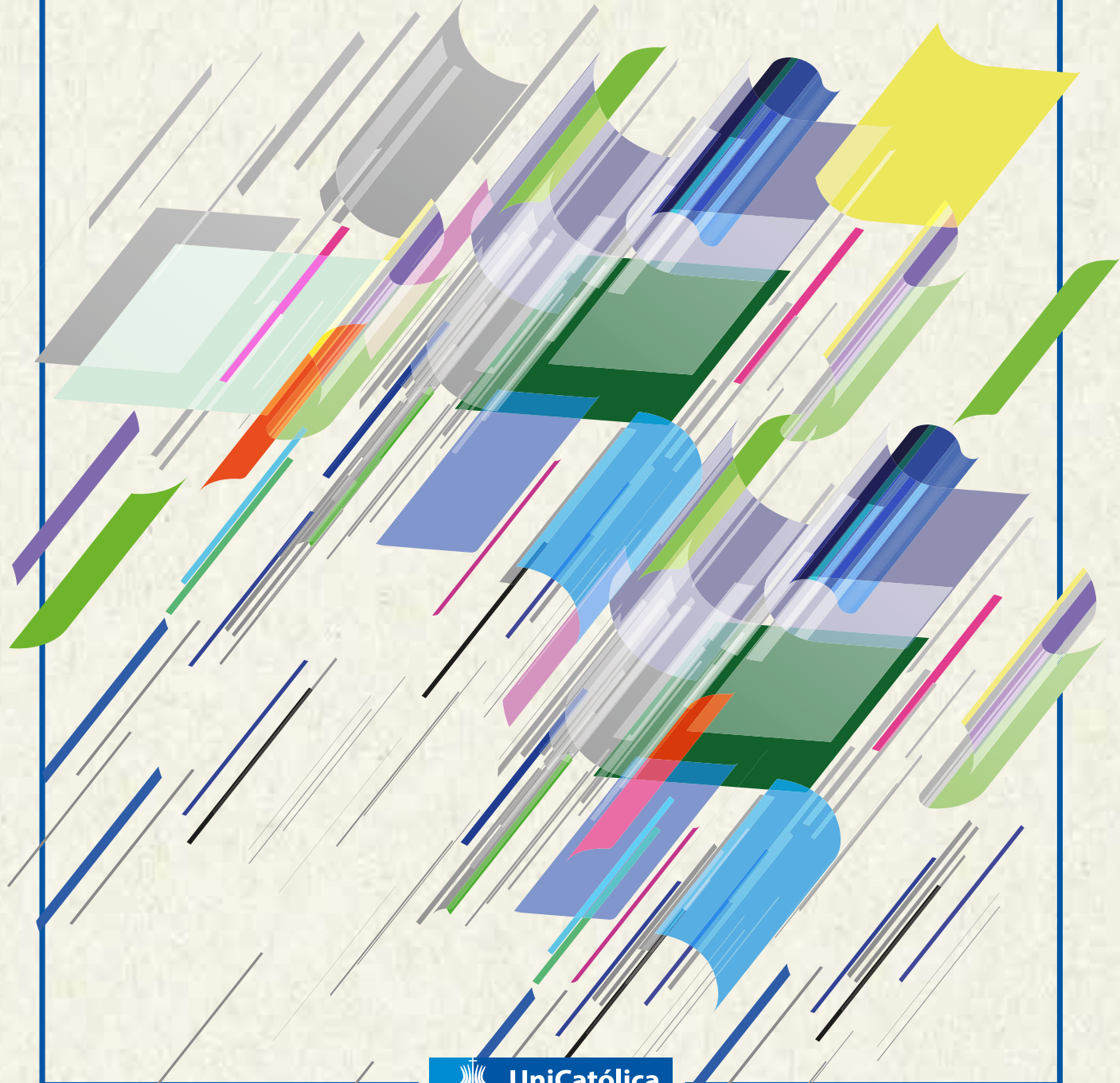


# RIU

## REVISTA

INTEGRALIZAÇÃO UNIVERSITÁRIA

Palmas, v. 14, n. 22, jan-jul, 2020.  
ISSN: 1982-9280



## **CENTRO UNIVERSITÁRIO CATÓLICA DO TOCANTINS**

**Pe. Helenes Oliveira de Lima**

Reitor

**Mariana Lacerda Barbosa**

Pró-reitora acadêmica

**Rilu Dani Cosme da Silva**

Pró-reitor administrativo

### **Revista Integralização Universitária – RIU**

A Revista de Integralização Universitária é um periódico semestral do Centro Universitário Católica do Tocantins com o propósito de ser um canal de divulgação de trabalhos científicos dos seus docentes, discentes e pesquisadores. A revista também recebe a colaboração científica da comunidade externa, pois não pretende ser um canal exclusivo da instituição que representa. Sua natureza integrativa faz da RIU uma revista interdisciplinar e multitemática, contribuindo para o desenvolvimento dos estudos e pesquisas de interesse da comunidade acadêmica desde 2007, quando publicou sua primeira edição.

Além de artigos, publica também resenhas, ensaios e documentos, quando forem interessantes à comunidade acadêmica. Os artigos são recebidos em fluxo contínuo e submetidos a pareceres de membros da Comissão Editora ou de parecerista ad hoc.

A revista utiliza o sistema OJS/SEER (Open Journal Systems), um software desenvolvido para construção e gestão de publicação periódica eletrônica disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT e é licenciada pelo Creative Commons.

### **Editora Chefe**

Prof<sup>a</sup>. Dra. Eliene Gomes dos Santos

### **Comissão Editorial**

Prof. Dr. Antônio Rafael de Souza Alves Bôso

Prof. Dr. Fábio Barbosa Chaves

Prof. Dr. Gentil Cavalheiro Adorian

Prof<sup>a</sup> Dra. Silmara Sane Sakamoto de Lima

Prof. Dr. Thiago Costa Portelinha

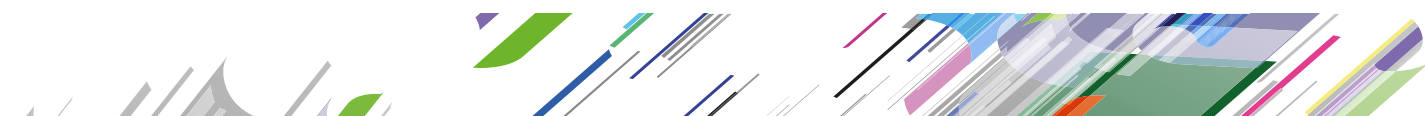
Prof. Dr. Vinícius Pinheiro Marques

### **Revisão Gramatical**

Prof<sup>a</sup>. Me. Sibéria Sales de Queiroz

### **Capa e Diagramação**

Prof. MSc. Adriano Alves da Silva



As opiniões emitidas nos artigos assinados são de total responsabilidade dos respectivos autores. Todos os direitos de reprodução, tradução e adaptação reservados.

**R454** Revista Integralização Universitária/ Centro Universitário Católica do Tocantins – UniCatólica. - v. 14 n. 22 - Palmas: UniCatólica, 2020.

Publicação semestral: 2007 até set./ 2012, (períodos alternados irregulares de out. 2012 até fev. 2014).

Numeração sequencial a partir de: n.1 (2007)

RIU on-line (desde 2014):

<[http://](http://to.catolica.edu.br/revistas/index.php/riu) <https://to.catolica.edu.br/revistas/index.php/riu>

ISSN 1982-9280 (Versão on-line)

1. Pesquisa científica. 2. Produção científica – Periódico 3. Ciência e conhecimento - Periódico I. Centro Universitário Católica do Tocantins.

**CDU 001(05)**

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Ysabella Canindé  
Guerreiro Macêdo CRB2 - 1191

# APRESENTAÇÃO

Na 22ª edição da Revista Integralização Universitária – RIU, apresentamos aos nossos leitores um variado repertório de conhecimento significativo e contextualizado, justificando a interdisciplinaridade deste periódico.

De início, apresentamos relevantes artigos da área do Direito. O primeiro, “A extrafiscalidade tributária como instrumento de proteção ao meio ambiente no Estado do Tocantins: ICMS Ecológico”, traz uma discussão sobre a relação entre direito tributário e direito ambiental, mostrando como o ICMS Ecológico, em sua função extrafiscal, pode incentivar a redução da degradação ambiental no Estado do Tocantins. No âmbito do direito civil-administrativo, o artigo “Regularização fundiária de áreas favelizadas: O Estado do Tocantins como agente solidário no processo de regularização fundiária das regiões favelizadas no município de Palmas/TO”, apresenta uma compreensão sobre os processos jurídicos e administrativos relacionados à regularização fundiária de áreas irregulares, além de distinguir os termos favela e periferia no contexto urbano. Na sequência, dois artigos discutem o crime virtual à luz do Direito Penal. Em “Crimes cibernéticos: A aplicação da legislação brasileira aos crimes virtuais praticados em Palmas/TO”, os autores buscaram compreender a aplicação da legislação brasileira aos crimes virtuais ocorridos em Palmas. Discorrem sobre o avanço da internet no cotidiano das pessoas e como esta ferramenta proporcionou o surgimento de novos crimes, praticados de forma virtual e como são tratados pela legislação. Já em “Crime de estupro de vulnerável e a sua consumação pelo meio digital”, associa o crime virtual ao direito da criança e do adolescente, analisando como o crime contra a dignidade sexual é tratado pelo Direito Penal e sua aplicabilidade nos casos de estupro de vulneráveis.

A Agroenergia é também tema apresentado nesta edição da RIU. O artigo “Culturas agroenergéticas utilizadas para a produção de etanol”, traz uma discussão interessante sobre cadeia produtiva de biocombustíveis, mostrando os avanços das pesquisas de melhoramento genético realizadas no Estado do Tocantins com a cultura da batata-doce visando a produção de etanol.

O setor da construção civil pode fazer bom proveito do artigo “Alvenaria estrutural e método 3D: Comparativo de custo para construção de habitações de interesse social”. Neste artigo os autores apresentam um estudo comparativo de custo entre a construção por impressora 3D e alvenaria estrutural, pensando na necessidade de diminuir o déficit na construção de habitações de interesse social e concluem que a utilização de impressoras 3D na construção demonstrou alto potencial de utilização e pode ser uma ferramenta capaz de diminuir os custos financeiros e ambientais.

Considerando também o fator ambiental, o artigo “Avaliação dos impactos ambientais da expansão da monocultura no município

de Nova Rosalândia/TO” traz um estudo sobre os impactos ambientais da monocultura no município de Nova Rosalândia/TO. Os métodos utilizados apontaram para uma crescente ocupação e significativos impactos ambientais no meio socioeconômico, biótico e físico nesse município.

Artigos das humanidades também podem ser encontrados nesta edição. Em “Avaliação do interesse da população de Palmas/TO pela profissão docente”, um estudo revela que o desinteresse da população em ingressar num curso superior de licenciatura, pode ser a desinformação, visto que os participantes da pesquisa desconhecem questões importantes referente à educação básica da rede pública, como o salário. Ainda no campo da pedagogia o artigo “As novas tecnologias e a formação docente em matemática”, discute a formação docente em meio às novas tecnologias, com foco em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) e suas ferramentas de apoio ao ensino de Matemática, indicando que novas posturas frente a estas tecnologias devem ser adotadas pelo docente para o enfrentamento deste novo cenário do mundo contemporâneo. No mesmo campo, “O uso de história em quadrinhos como estratégia metodológica para o ensino de física”, trata-se de uma pesquisa qualitativo-exploratória cujo propósito é verificar a viabilidade do uso das Histórias em Quadrinhos (HQs) como ferramenta metodológica e motivadora no Ensino de Física, ressaltando também a importância do conhecimento em ciências pelos estudantes.

Proveitosa leitura a todos.

*Eliene Gomes dos Santos*

Editora da Revista RIU

# SUMÁRIO

<b>Artigos</b>	<b>Pág.</b>
01 A EXTRAFISCALIDADE TRIBUTÁRIA COMO INSTRUMENTO DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE NO ESTADO DO TOCANTINS: ICMS ECOLÓGICO Aylla Fonseca Milhomem; Sibéria Sales Queiroz de Lima	<b>07</b>
02 REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA DE ÁREAS FAVELIZADAS: O ESTADO DO TOCANTINS COMO AGENTE SOLIDÁRIO NO PROCESSO DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA DAS REGIÕES FAVELIZADAS NO MUNICÍPIO DE PALMAS Nathalia Guimarães Cordeiro; Fábio Barbosa Chaves	<b>25</b>
03 CRIMES CIBERNÉTICOS: A APLICAÇÃO DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA AOS CRIMES VIRTUAIS PRATICADOS EM PALMAS – TO Victor Castro Silva; Igor de Andrade Barbosa	<b>43</b>
04 CRIME DE ESTUPRO DE VULNERÁVEL E A SUA CONSUMAÇÃO PELO MEIO DIGITAL Mateus Araújo da Silva; Sibéria Sales Queiroz de Lima	<b>57</b>
05 CULTURAS AGROENERGÉTICAS UTILIZADAS PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL Aldriene Divina Costa da Silva; Micaele Rodrigues de Souza; Matheus Martins Daúde; Solange Aparecida Ságio	<b>76</b>
06 ALVENARIA ESTRUTURAL E MÉTODO 3D: COMPARATIVO DE CUSTO PARA CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL Daniela Ramos Barbosa Lima; Leomar Rodrigues Meira; Alexon Braga Dantas	<b>94</b>
07 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA EXPANSÃO DA MONOCULTURA NO MUNICÍPIO DE NOVA ROSALÂNDIA-TO Rauanny Bezerra Pereira; Thiago Oliveira Bandeira	<b>111</b>
08 AVALIAÇÃO DO INTERESSE DA POPULAÇÃO DE PALMAS - TO PELA PROFISSÃO DOCENTE Wanderson Pereira da Cunha; Michele Cristiane Diel Rambo; Paulo Vitoriano Dantas Pereira	<b>126</b>
09 AS NOVAS TECNOLOGIAS E A FORMAÇÃO DOCENTE EM MATEMÁTICA Wander Arruda Vieira; Rafael Lima de Carvalho	<b>139</b>
10 O USO DE HISTÓRIA EM QUADRINHOS COMO ESTRATÉGIA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE FÍSICA Jhonatha Mike Menezes de Araújo; Weimar Silva Castilho; Humberto José Gama da Silva	<b>153</b>

# A EXTRAFISCALIDADE TRIBUTÁRIA COMO INSTRUMENTO DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE NO ESTADO DO TOCANTINS: ICMS ECOLÓGICO

Aylla Fonseca Milhomem<sup>1</sup>  
Sibéria Sales Queiroz de Lima<sup>2</sup>

## RESUMO

O presente artigo aborda os tributos ecológicos, com base na relação entre direito tributário e direito ambiental. Aponta esses tributos como forma de harmonização entre economia e o sistema ecológico, com bases constitucionais. Apresenta o conceito de tributo e suas espécies, com destaque para os impostos, e principalmente para o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS. Diferencia o simples ICMS do ICMS Ecológico, expondo os requisitos, índices de participação dos municípios e sua efetividade. Tem como objetivo geral identificar como o ICMS Ecológico, em sua função extrafiscal, incentiva a redução da degradação ambiental no Estado do Tocantins. Utiliza o método comparativo e pesquisa descritiva, com uma abordagem qualitativa, utilizando como instrumento de coleta de dados materiais bibliográficos e documentais. Indica que, apesar da pouca visibilidade social do incentivo, pode-se perceber que os municípios procuram executar as ações, de forma que é possível notar percentualmente quanto à redução do desmatamento, degradação do meio ambiente e diminuição das queimadas.

**Palavras-chave:** Extrafiscalidade tributária. ICMS ecológico. Meio ambiente.

## ABSTRACT

*This article addresses ecological taxes, based on the relationship between tax law and environmental law. It points out these taxes as a way of harmonizing the economy and the ecological system, with constitutional bases. It presents the concept of tribute and its species, with emphasis on taxes, and especially the Tax on Circulation of Goods and Services - ICMS. Differentiates the simple ICMS from the Ecological ICMS, exposing the requirements, participation rates of the municipalities and their effectiveness. Its general objective is to identify how the Ecological ICMS, in its extrafiscal function, encourages the reduction of environmental degradation in the State of Tocantins. It uses the comparative method and descriptive research, with a qualitative approach, using bibliographic and documentary material as an instrument of data collection. It indicates that, despite the low social visibility of the incentive, it can be perceived that the municipalities seek to carry out the actions, so that it is possible to notice percentages regarding the reduction of deforestation, degradation of the environment and reduction of fires.*

**Keywords:** Tax extrafiscality. Ecological ICMS. Environment.

## 1 INTRODUÇÃO

É sabido que desde que se nasce há pagamento de tributos, ainda que indiretamente. Porém,

<sup>1</sup> Bacharel em Direito pelo Centro Universitário Católica do Tocantins. E-mail: aylla.f56@gmail.com  
<sup>2</sup> Professora Mestre dos cursos de graduação do UniCatólica.

o que não é de conhecimento popular, é que esses tributos não possuem apenas caráter fiscal, ou seja, não possuem apenas a mera função de angariar contribuições para a manutenção do Estado. Eles também possuem natureza extrafiscal, que está para além da simples arrecadação tributária. A função extrafiscal funciona como uma corretora de distorções sociais, pode incentivar ou desestimular condutas de contribuintes.

A preocupação com o meio ambiente é um assunto relativamente novo e é palco para inúmeros debates, encontros, conferências e discussões, não apenas em âmbito nacional, mas também internacional. Para regulamentação desse instituto, surgiu o Direito Ambiental, em meados de 1960, porém, ao notarem que não seria suficiente a simples regulação, entidades internacionais orientaram, desde 1990, a utilização dos tributos, em seu caráter extrafiscal, como forma de proteção ambiental e também incentivo econômico, surgindo então, o chamado Direito Tributário Ambiental.

A partir daí, surgem os chamados tributos ambientais. Esses tributos ambientais nada mais são que uma forma de orientação das condutas dos agentes econômicos, harmonizando a economia e o meio ambiente. No Brasil, na década de 1990, o Estado do Paraná deu início à ambientalização do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), instituindo o ICMS Ecológico, que tem como objetivo beneficiar os municípios, desde que estes cumpram critérios ecológicos estabelecidos por cada estado.

No Tocantins, o ICMS Ecológico foi implantado e regulamentado pela Lei Estadual nº 1.323, de 4 de abril de 2002, influenciando os gestores a conseguirem mais capital para suas respectivas cidades e, conseqüentemente, alimentando projetos ambientais, assim como uma melhoria na qualidade de vida dos habitantes.

Em 2018, segundo dados da Secretaria da Fazenda do Estado do Tocantins, foram arrecadados mais de 2 bilhões de reais com o imposto simples, sendo destinado aos municípios que cumpriram com os requisitos do ICMS Ecológico, 13% desse valor, aproximadamente 385 milhões de reais, sendo São Félix do Tocantins, local onde se encontra o Jalapão, o município com mais arrecadação do eco-tributo.

O presente artigo apresenta como problema: de que maneira o ICMS ecológico, em sua função extrafiscal, incentiva a redução da degradação ambiental no Estado do Tocantins? Ainda, em função desse problema, tem-se como objetivos: conhecer a função extrafiscal tributária; compreender como a função extrafiscal tributária auxilia na proteção ao meio ambiente; comparar ICMS e ICMS ecológico; e por fim investigar se o ICMS ecológico é um tributo eficiente no estímulo a proteção do meio ambiente no Estado do Tocantins.

Para a realização de estudo e obtenção de resultados sobre o tema, foi utilizado o método comparativo e pesquisa descritiva, com uma abordagem qualitativa, e utilizando como instrumento da coleta de dados materiais bibliográficos e documentais.

Assim, será investigada a eficiência do ICMS ecológico, observando a extrafiscalidade do imposto, demonstrando se este é realmente eficiente na proteção do meio ambiente no Estado do Tocantins.



## 2 TRIBUTO: HISTÓRIA E DEFINIÇÃO

Para que um país angarie recursos para os cofres públicos, é necessário criar um sistema tributário eficiente, e que respeite os princípios constitucionais e os direitos dos cidadãos que ali vivem. No Brasil, os tributos eram conhecidos desde a época imperial, começando a tomar maiores proporções com o passar do tempo, conforme explicita Caparroz (2019), principalmente após o advento da Independência, em 1822.

Porém, somente após a Segunda Guerra Mundial que se passou a ouvir falar sobre uma codificação tributária no Brasil, segundo o autor. As normas existiam, mas não havia a devida sistematização e muito menos definição dos principais conceitos tributários.

Apenas com a Emenda Constitucional n. 18 de 1965 que enfim o Sistema Tributário Nacional foi instituído no Brasil. De acordo com Caparroz (2019, p. 37, grifo do autor)

Somente com o advento da **Emenda Constitucional n. 18/65** o Estado Brasileiro procurou dar consistência ao sistema tributário, o que ensejou, quase um ano depois, a promulgação do **Código Tributário Nacional**, veiculado pela Lei n. 5.172, de 25 de outubro de 1966.

O Código Tributário Nacional (CTN), conforme Balthazar (2005), trouxe vários aspectos positivos àquela época, persistindo até a atualidade. Como maior seguridade dos conceitos das espécies tributárias (imposto, taxa e contribuição de melhoria), e também atribuição do sistema tributário como instrumento de política econômica. E apesar dos anos de instituição, das diversas alterações sofridas e também artigos revogados, Caparroz (2019) afirma que o Código Tributário Nacional continua sendo o principal instrumento jurídico do direito tributário no Brasil.

Quanto ao tributo, define-se, de acordo com o artigo 3º do Código Tributário Nacional como “toda prestação pecuniária compulsória, em moeda ou cujo valor nela se possa exprimir, que não constitua sanção de ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada”. Nesse sentido, entende-se por “prestação pecuniária compulsória, em moeda ou cujo valor nela possa exprimir”, segundo Caparroz (2019), uma relação tributária entre os particulares, seja pessoa física ou jurídica, e o Estado, devendo ser entendida como obrigacional, e decorrer de lei em sentido estrito, ou seja, um ato normativo instituído pelo Poder Legislativo, uma vez que é vedado a criação de obrigações por meio de atos administrativos ou normas infralegais.

E por moeda, entende-se a moeda nacional, não sendo aceita moeda estrangeira para pagamento de tributos. Aludindo o artigo 143 do CTN, “Salvo disposição de lei em contrário, quando o valor tributário esteja expresso em moeda estrangeira, no lançamento far-se-á sua conversão em moeda nacional ao câmbio do dia da ocorrência do fato gerador da obrigação”. Ou seja, não há que se falar em moeda estrangeira para pagamento de tributos, salvo quando houver lei que permita.

Na segunda parte, tem-se “[...] não constitua sanção de ato ilícito instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada”, dizendo, por mais que o indivíduo pratique

um ato ilícito, que é aquilo que não é permitido por lei, o tributo não poderá ser alvo de punição, e ainda, Alexandre (2017) manifesta que o dever de pagar tributo surge com o acontecimento de um fato gerador, sendo este um conjunto de fatos vinculado a instauração de uma obrigação jurídica tributária, ainda, devendo este tributo ser criado por lei ou ato normativo com igual força, observando-se o princípio da legalidade tributária. E no que concerne a atividade plenamente vinculada, diz o fato de estar previsto em lei, que acaba por caracterizar a contribuição como uma prestação compulsória.

O tributo é ainda uma preciosa fonte de recursos financeiros, segundo Montero (2011, p. 124) “das diversas fontes com que conta o Estado para obter as receitas necessárias para satisfazer os requerimentos sociais, sem dúvida, o tributo constitui o principal recurso econômico da atividade financeira estatal.” Assim, não há que mencionar em tributos e não os relacionar ao Estado, principalmente quanto a garantia de recursos públicos e execução de suas funções de modo efetivo.

## 2.1 COMPETÊNCIA TRIBUTÁRIA E CAPACIDADE TRIBUTÁRIA ATIVA

A Constituição Federal, conforme Alexandre (2017, p. 252) “não cria tributos, apenas outorga competência para que os entes políticos o façam por meio de leis próprias. Assim, é correto definir competência tributária como o poder constitucionalmente atribuído de editar leis que instituem tributos.” Isto é, a Lei Maior não é a responsável por originar os tributos, mas apenas por incumbir a criação destes para que sejam feitos por meio de leis, sendo a competência tributária a capacidade de editar determinadas leis.

Sintetizando competência tributária, Carvalho (2019, p. 280) afirma que “é uma das parcelas entre as prerrogativas legiferantes de que são portadoras as pessoas políticas, consubstanciada na possibilidade de legislar para a produção de normas jurídicas sobre tributos.” Ou seja, a competência tributária funciona como pilar para construção e instituição das leis que normatizam os tributos, possuindo características inerentes a sua interpretação.

Dentre as características da competência tributária, Carrazza (2013) as enumera em seis, quais sejam: a) privatividade; b) indelegabilidade; c) incaducabilidade; d) inalterabilidade; e) irrenunciabilidade; e f) facultatividade do exercício. No tocante à privatividade, o autor entende por se tratar em o mesmo que exclusividade. Assim, no que se refere aos impostos, através da privatividade, está a competência, distribuída entre a União, Estados, Municípios e Distrito Federal. Ainda, a Constituição Federativa prevê sobre essa competência em seus artigos, de modo que a União, respaldada pelo artigo 153, responsabiliza-se pela instituição dos: impostos de importação (II), impostos de exportação (IE), imposto de renda (IR), imposto de produtos industrializados (IPI), imposto sobre operações financeiras (IOF), imposto sobre a propriedade territorial rural (ITR) e imposto sobre grandes fortunas (IGF), sendo rol taxativo, podendo a União instituir novos impostos, contato que não incidam no mesmo fato gerador e base de cálculo dos já existentes.

Já os Estados, serão responsáveis, em concordância com o artigo 155 da Constituição Federal,

pela criação e controle do: imposto sobre circulação de mercadorias e serviços (ICMS), imposto sobre a propriedade de veículos automotores (IPVA) e imposto sobre transmissão causa *mortis* e doação (ITCMD). Por fim, os Municípios serão encarregados, conforme artigo 156 do mesmo *códex*, pelos: imposto sobre serviços (ISS), imposto predial e territorial urbano (IPTU) e imposto sobre transmissão de bens imóveis (ITBI).

Mas, no tocante às particularidades expostas por Carrazza, o autor Carvalho (2019) salienta que apenas três características são de extrema importância, de modo que somente essas resistiriam a uma crítica mais profunda, sendo elas: a indelegabilidade, irrenunciabilidade e incaducabilidade. Sobre indelegabilidade e irrenunciabilidade, Carrazza (2013, p. 750) argumenta “as competências tributárias são indelegáveis. Cada pessoa política recebeu da Constituição a sua, mas não a pode renunciar, nem delegar a terceiros.” No tocante ao assunto, o artigo 7º do Código Tributário Nacional traz o seguinte exposto

Art. 7º. A competência tributária é indelegável, salvo atribuição das funções de arrecadar ou fiscalizar tributos, ou de executar leis, serviços, atos ou decisões administrativas em matéria tributária, conferida por uma pessoa jurídica de direito público a outra, nos termos do § 3º do art. 18 da Constituição.

Quanto à irrenunciabilidade, também, o Código Tributário Nacional traz previsão, em seu artigo 8º, não permitindo que o exercício da competência tributária seja exercido por outro ente diferente daquele designado pela Constituição Federal. Referente à incaducabilidade, Carvalho (2019) apresenta a ideia de que a Constituição Federal foi criada para que dure ao longo do tempo, de forma que caso as atribuições pudessem, toda a Lei Maior ficaria comprometida, não havendo prazo para que haja a instituição do tributo. Um exemplo dessa característica é o imposto sobre grandes fortunas (IGF), que ainda não foi instituído pela Constituição Federal, mas consta no rol taxativo dos impostos de competência da União.

De igual importância à competência tributária, manifesta-se a capacidade tributária ativa, de forma que não se confundem, diferenciando-se, segundo Carvalho (2019, p. 281) da seguinte forma “a competência tributária é intransferível, enquanto a capacidade tributária ativa não o é.” Desta forma, quando o artigo acima citado abre a sua exceção, refere-se à capacidade tributária ativa, e não a competência, respeitando o princípio da indelegabilidade da competência tributária. Assim, pode ser delegada a função de fiscalização e execução de matéria tributária a outros entes do direito público.

## 2.2 CLASSIFICAÇÃO E FUNÇÕES DOS TRIBUTOS

Os tributos podem ser classificados de diversas formas, Caparroz (2019) os classifica entre: pessoais ou reais, diretos ou indiretos, vinculados ou não vinculados (quanto à hipótese de incidência) e de arrecadação não vinculada e arrecadação vinculada. Os tributos pessoais, conforme o autor,

têm como base de cálculo uma conduta, enquanto os tributos reais tomam como referência para o cálculo um objeto. Um exemplo de tributação pessoal é o imposto sobre a renda; enquanto o IPTU e o IPVA encaixam-se como hipóteses de tributos reais.

Quanto aos tributos diretos, Caparroz (2019) afirma que possuem incidência única, ao passo que os tributos indiretos apresentam múltiplas incidências, sendo mediata e fracionada. São exemplos de tributação direta o IRPF, e quanto aos tributos indiretos o ICMS, IPI, PIS e COFINS. Os tributos vinculados, para o autor são aqueles que sucedem de uma conduta do Estado, tais como taxas e contribuições de melhorias. Já os não vinculados são aqueles que dependem da conduta do contribuinte, tendo como exemplo os impostos. E, por fim, Caparroz (2019) classifica o tributo de arrecadação vinculada àqueles que necessitam de uma atividade que justifique a sua existência, como os empréstimos compulsórios. Enquanto que nos tributos de arrecadação não vinculada, possuem natureza contributiva, dependendo de condutas do contribuinte, havendo necessidade de contraprestação estatal.

Referente às finalidades, segundo Caparroz (2019), estas se dividem em três, quais sejam: fiscal, extrafiscal e parafiscal. Entende-se por função fiscal, o ato de arrecadar valores atribuído aos tributos, ou seja, mera arrecadação, sendo essa a principal finalidade do Estado. Ainda de acordo com o autor, a função extrafiscal está além da simples finalidade de arrecadar valores, podendo ser utilizada para corrigir distorções de natureza econômico-financeira, incentivar ou desestimular condutas em favor do atendimento de interesses sociais, como no caso do ICMS ecológico; ou ainda, aumentando ou diminuindo os valores dos tributos, tendo como exemplo o IPI; além de aferir índices econômicos de riqueza.

E, por fim, a função parafiscal, de acordo com Carvalho (2019), é definida “como o fenômeno jurídico que consiste na circunstância de a lei tributária nomear sujeito ativo diverso da pessoa que a expediu, atribuindo-lhe a disponibilidade dos recursos auferidos, para o implemento de seus objetivos.” Assim, inicia-se uma espécie de parceria entre o Estado e terceiros, instituindo as chamadas entidades parafiscais, que recebem por meio de lei, a capacidade tributária ativa para fiscalizar e arrecadar tributos, relembrando o artigo 7º do Código Tributário Nacional.

### 2.3 INSTITUIÇÃO DOS IMPOSTOS

Conforme aludido anteriormente, a Constituição Federal não cria os tributos, mas atribui competência a entes políticos para que esses possam criá-los. Sendo essa competência distribuída entre a União, Estados, Municípios e Distrito Federal.

Os tributos, de acordo com o artigo 5º do Código Tributário Nacional são os impostos, taxas e contribuições de melhoria. E ainda, a Constituição Federal de 1988 alui que “a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão instituir os seguintes tributos: I - impostos [...]”. Com relação aos impostos, o artigo 16 do Código Tributário Nacional traz sua definição, ao dizer que “imposto é o tributo cuja obrigação tem por fato gerador uma situação independente de qualquer

atividade estatal específica, relativa ao contribuinte”, ou seja, é um tributo de caráter não vinculado, não relacionado com condutas do Estado, e sim dependente de uma conduta do pagante.

Assim, os impostos encontram respaldo na Lei Maior, sendo definido pelo Código Tributário Nacional, que além de tudo os regula e os delimita em título próprio do citado *códex*. Também, prevê sobre suas determinadas bases de cálculo, fato gerador e quem se encaixa como devido contribuinte de cada imposto constituinte do Sistema Tributário Nacional. Os impostos por não terem natureza vinculada, segundo Caparroz (2019) fazem frente às despesas gerais do Estado, como pagamentos de servidores e outros. Ou seja, servem como o principal meio para o funcionamento econômico estatal.

## 2.4 HISTORICIDADE DO ICMS

Com a promulgação da Constituição de 1934, instituiu-se o Imposto sobre Vendas e Consignações (IVC), imposto de caráter cumulativo, com natureza mercantil. Era considerado um tributo de estrutura arcaica, e conforme Yamao (2014) sua aplicação era estendida aos produtores em geral, incluindo agrícolas, incidindo em todas as fases das operações de cadeia, gerando um efeito “cascata”. Ou seja, em cada venda de uma mesma mercadoria era exigido o pagamento do IVC, trazendo grande reprovação ao imposto.

De acordo com Coêlho (2020), juristas e economistas viam o IVC como um causador de inflações, que impedia o país de crescer. Por conseguinte, anos depois, com a Emenda Constitucional nº 18/1965, que dava início ao Sistema Tributário Nacional, após o movimento militar e buscando auferir mais economia ao país, surgiu o Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias – ICM, não-cumulativo, substituindo o IVC, que era cumulativo. Ainda, conforme o autor “a ideia era tomar como modelo os impostos europeus sobre valores agregados ou acrescidos, incidentes sobre bens e serviços de expressão econômica, os chamados IVAs” (COÊLHO, 2020, p. 224), porém a realidade brasileira comparada aos países europeus era um tanto distinta. Ainda, para Coêlho (2020), nessa época já podia se ver a função extrafiscal do tributo, uma vez que a União utilizava em larga escala o imposto como instrumento de política econômica. Dando início desde então a extrafiscalidade do tributo.

Com o fim da ditadura militar, promulgou-se uma nova Constituição no ano de 1988, instituindo então uma inovação no ICM, que desde então passara a se chamar ICMS, incidindo agora não apenas sobre mercadorias, mas também sobre serviços, transformando-se no famoso Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços.

Respaldado pelo artigo 155, inciso II da Constituição Federal de 1988, o ICMS dá competência aos Estados e ao Distrito Federal para instituir determinado imposto, sendo este uma das principais, senão a principal fonte de renda dos Estados brasileiros atualmente. Ainda, conta com regulamentação própria, a Lei Complementar nº 87/1996 (Lei Kandir).

Dentre os princípios que norteiam o ICMS, está o princípio da seletividade, previsto no

artigo 155, § 2º, inciso III da CF/88, facultando a seletividade ao referido imposto, em função da essencialidade das mercadorias e serviços.

Este princípio tem como função variar a alíquota de acordo com a essencialidade do bem. Para Alexandre (2017, p. 704) “o ICMS tem finalidade indiscutivelmente fiscal, apesar de a Constituição Federal permitir que seja seletivo, em função da essencialidade das mercadorias e dos serviços [...]”, logo permitindo que haja a extrafiscalidade no tributo, e também agindo como uma justiça fiscal, visto que os bens consumidos por pessoas de maior capacidade contributiva podem possuir uma oneração maior.

Assim, entende-se o ICMS como um imposto de responsabilidade dos Estados e Distrito Federal, com respaldo na Constituição Federal de 1988, e sujeito à seletividade, conforme a essencialidade dos bens que serão consumidos.

### **3 FISCALIDADE *versus* EXTRAFISCALIDADE**

O tributo, como definido pelo Código Tributário Nacional (CTN) é uma prestação pecuniária compulsória, sendo esta instituída pelo ente estatal. Segundo Montero (2011, p. 124) “o tributo permite que o Estado possa custear as complexas funções que lhe são próprias, garantindo a liberdade e os direitos dos cidadãos.” Esses tributos possuem três modalidades funcionais, as quais aqui serão abordadas de forma mais clara duas delas, quais sejam: as funções fiscal e extrafiscal.

De acordo com Carvalho (2019, p. 300), o tributo apresenta função fiscal

Sempre que a organização jurídica do tributo denuncie que os objetivos que presidiram sua instituição, ou que governam certos aspectos da sua estrutura, estejam voltados ao fim exclusivo de abastecer os cofres públicos, sem que outros interesses – sociais, políticos ou econômicos – interfiram no direcionamento da atividade impositiva.

Essa fiscalidade, diz respeito apenas a mera arrecadação, que é quando o Estado angaria recursos para seus cofres públicos tendo como principal finalidade o recolhimento, seja de impostos ou outros tributos previstos.

No que diz respeito à extrafiscalidade, o autor a delega aos tributos que por vezes “prestigiam certas situações, tidas como social, política ou economicamente valiosas, às quais o legislador dispensa tratamento mais confortável ou menos gravoso.” (CARVALHO, 2019, p. 300). Ainda, a função extrafiscal, para o autor consiste em perseguir objetivos diversos aos unicamente arrecadatários. Desta forma, a extrafiscalidade possui finalidade diversa da simples arrecadação, priorizando não apenas os cofres públicos, mas também o bem-estar social.

A função extrafiscal, para Nabais (2009), refere-se ao comportamento econômico e social dos seus destinatários, fazendo com que estes sejam desincentivados, neutralizados ou estimulados pelas normas, que por sua vez possuem a finalidade fiscal. Em âmbito nacional, segundo Scaff (2016) a utilização das finalidades extrafiscais no sistema tributário é frequente, sendo introduzido não

apenas para uma maior arrecadação, mas também para que haja redução dos valores que deverão ser contribuídos. Assim, ambos os autores deixam claro que o intuito da extrafiscalidade não consiste apenas no sentido econômico, mas também social. Ainda, com essa estimulação ou não de condutas, há a possibilidade de melhorar comportamentos que não sejam de todo bom, ou os amenizar.

Na visão de Coêlho (2020, p. 224)

“A extrafiscalidade, basicamente, é o manejo de figuras tributárias, diminuindo ou exasperando o *quantum* a pagar com o fito de obter resultados que transcendem o simples recolhimento do tributo, muito embora a instrumentação extrafiscal não signifique, necessariamente, perda de numerário. Muitas vezes redundando em maior receita, como em certos casos de agravamento de alíquotas, visando a inibir determinados comportamentos, hábitos ou atividades consideradas inconvenientes.”

Isto é, o autor confirma a extrafiscalidade como incentivador ou desestimulador de condutas, em favor do interesse social, para que hábitos, que possam ser designados como ruins, sejam modificados, bem como os bons possam perpetuar. Assim, permite-se que a função extrafiscal não seja prenda a obtenção de receitas, como é a função fiscal, porém não significa que o arrecadamento será menor.

Um exemplo de imposto que se utiliza desta finalidade, é o ICMS, podendo ser ressaltado dentre os seus encargos, o caso dos cigarros e bebidas, que possuem alta tributação, por ser de senso comum que é um hábito ruim, para quem os utiliza e para quem tem de conviver.

Através da finalidade de caráter extrafiscal, de acordo com Montero (2011, p. 127) “o Estado passa a utilizar o tributo como um instrumento de regulação que lhe permite intervir na direção da atividade econômica com o intuito de alcançar determinados objetivos almejados pela sociedade.” Dentre esses objetivos, como já citado acima, estão a redução dos valores de contribuição, bem como a indução ou não de comportamentos. Os tributos, para o autor não possuem apenas uma única função, pois ambos são complementares. Nesta linear, relacionando as funções explicitadas, para Carvalho (2019, p. 301)

Não existe, porém, entidade tributária que se possa dizer pura, no sentido de realizar tão só a fiscalidade, ou, unicamente, a extrafiscalidade. Os dois objetivos convivem, harmônicos, na mesma figura impositiva, sendo apenas lícito verificar que, por vezes, um predomina sobre o outro.

Logo, não há que se falar em fiscalidade sem que haja uma extrafiscalidade, assim como não há extrafiscalidade sem que se remeta à função fiscal, uma vez que conforme esclarecido pelo autor, ambas convivem de forma harmônica. E, ainda, dentre as características da finalidade extrafiscal, pode-se destacar o estímulo ou desestímulo de comportamentos, hábitos ou condutas, através da majoração ou minoração de alíquotas.

#### **4 EXTRAFISCALIDADE TRIBUTÁRIA E MEIO AMBIENTE: TRIBUTAÇÃO AMBIENTAL**

A extrafiscalidade, como explicitado anteriormente, é uma funcionalidade tributária que não consiste apenas na mera arrecadação, mas inclui também a possibilidade de incentivar ou desincentivar comportamentos. Neste tipo de função, segundo Nabais (2009), sua principal finalidade é a obtenção de resultados econômicos ou sociais e não a obtenção de recursos para custear as despesas públicas. Ainda, para Modé (2007) trata-se de um “mecanismo de indução”. Ou seja, a extrafiscalidade se difere da fiscalidade, pois aquela não procura apenas obter recursos, mas também se preocupa com os resultados sociais que determinado tributo pode causar.

Diante dessa perspectiva da função extrafiscal, entidades internacionais orientam, desde 1990, a utilização dos tributos como forma de proteção ambiental e também incentivo econômico, servindo de apoio ao meio ambiente, de forma que os princípios norteadores do Direito Ambiental, como os princípios da prevenção, precaução e usuário-pagador, e do Direito Tributário se encontram para que haja uma conexão entre impostos e ecossistema, surgindo então, o chamado Direito Tributário Ambiental.

A partir daí surgem os chamados tributos, também chamados de tributação verde ou eco-tributos. Esses tributos ambientais nada mais são que uma forma de orientação às condutas dos agentes econômicos, harmonizando a economia e o meio ambiente. Ainda, reforçando, de acordo com Montero (2011, p. 129)

Os tributos ambientais são instrumentos jurídico-econômicos que permitem orientar as condutas dos diversos agentes econômicos de forma que o seu impacto no meio ambiente seja realizado de maneira sustentável. A tributação ambiental, através da extrafiscalidade, é um instrumento que visa à educação ambiental.

Estas contribuições servem para uma maior harmonização entre economia e meio ambiente, de modo que possa haver um desenvolvimento econômico sem que haja desgaste do sistema ecológico. Dentre esses tributos ecológicos, há no Brasil o ICMS Ecológico, que é uma ambientalização do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). De competência estadual, o mesmo foi criado em 1990, e regulamentado em 1991 pelo Estado do Paraná, tendo o mesmo como pioneiro na implantação do imposto.

#### **5 ICMS E ICMS ECOLÓGICO**

O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços, mais conhecido como ICMS, está previsto no artigo 155, II, da Constituição Federal de 1988. Como já aludido precedentemente, é um imposto de competência dos estados e também do Distrito Federal, portanto depende da legislação tributária de cada território, apesar de ser regulamentado pela Lei Complementar 87/1996 (Lei Kandir) e pelas Leis Complementares 92/1997, 99/1999 e 102/2000.



Assim, sobre o imposto, Coêlho afirma que (2020, p. 227) “do ponto de vista do mercado e de sua integração nacional, o tributo importante (e rentável) do sistema tributário é o Imposto sobre Operações de Circulação de Mercadorias e Serviços de Transporte e Comunicação (ICMS) [...]”. Logo, vê-se que este é uma das principais fontes de renda dos Estados brasileiros, senão a principal fonte de arrecadação. Quanto à sua distribuição, em concordância com o artigo 158, IV, também da CF/88, este expõe que

Art. 158. Pertencem aos municípios:

IV - Vinte e cinco por cento do produto da arrecadação do imposto do Estado sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação.

Desse modo, os estados deverão repassar aos seus respectivos municípios uma “quota-parte” de todo o ICMS arrecadado. Para Coêlho (2020), desde a instituição do ICMS, quando ainda era ICM, que já podia se ver a utilização da extrafiscalidade no tributo, vez que já se exercia um controle político-econômico por meio deste. Já para Alexandre (2019, p. 711)

O ICMS tem finalidade indiscutivelmente fiscal, apesar de a Constituição Federal permitir que seja seletivo, em função da essencialidade das mercadorias e dos serviços (CF, art. 155, § 2.º, III), faculdade que, se utilizada, proporcionaria visíveis notas de extrafiscalidade ao tributo, pois sua incidência seria mais elevada sobre as mercadorias e serviços consumidos pelas pessoas de maior capacidade contributiva, de modo a redistribuir renda.

Desse modo, através da seletividade permitida pela Lei Maior, e do controle político-econômico exercido pelo ICMS, a extrafiscalidade prevalece ante a função fiscal, sendo um exemplo desta aplicação, o ICMS Ecológico. Nesta vertente, no Brasil, referente a questões ambientais, o artigo 225 da Constituição Federal explicita que

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Diante da perspectiva do direito ao meio ambiente, Scaff (2016, p. 18) diz que “para assegurar este direito, uma série de incumbências foram outorgadas pela Constituição ao poder público, dentre elas a de preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais; prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas; [...] dentre várias outras.” Assim, com base nessa outorga, além da junção entre tributos e meio ambiente, surgiu o denominado ICMS Ecológico, como forma de reparação ao ecossistema pelas degradações que ocorreram e ainda ocorrem. Definindo o imposto ambiental, Franco (2006, p. 52) afirma que

A expressão ‘ICMS Ecológico’ vem sendo utilizada para denominar, na legislação dos estados sobre repartição do ICMS dos municípios, normas destinadas a compensar e

estimular a conservação e o uso sustentável dos recursos ambientais. Contudo, não há uma forma única de funcionamento do ICMS Ecológico, pois cada estado adotou uma forma.

Ainda na conceituação do tributo, segundo a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Governo do Estado de Goiás (SEMAD), o ICMS Ecológico é um mecanismo que possibilita aos municípios receberem uma parcela maior àquelas que possuem direito, desde que sejam cumpridos os requisitos ambientais estabelecidos em leis estaduais. Para a Secretaria do Meio Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável do Tocantins (SEMADES) e Instituto Natureza do Tocantins (Naturatins), conforme Cartilha do ICMS Ecológico disponibilizada pelo Governo do Estado do Tocantins (2013), “O ICMS Ecológico tem como objetivo beneficiar os municípios que desenvolvem ações em relação ao meio ambiente, através do repasse de recursos do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS, para os municípios”. Portanto, além de uma movimentação econômica referente aos municípios e conseqüentemente aos estados, este imposto visa influenciar a preservação do meio ambiente.

## **6 IMPLANTAÇÃO DO ICMS ECOLÓGICO NOS ESTADOS BRASILEIROS**

O ICMS Ecológico encontra-se implantado em 18 (dezoito) estados da federação brasileira. Tendo como pioneiro o Estado do Paraná, regulamentado em 1991, e por meio dos resultados positivos do imposto foi seguido por São Paulo (1993), Minas Gerais (1995), Amapá e Rondônia (1996), Rio Grande do Sul (1997), Mato Grosso do Sul, Pernambuco e Mato Grosso (2000), Tocantins (2002), Acre (2004), Ceará (2007) e Rio de Janeiro (2009).

### **6.1 ICMS ECOLÓGICO NO ESTADO DO TOCANTINS**

O Tocantins, estado mais jovem do Brasil, conhecido por suas cachoeiras, fervedouros, capim-dourado e também Ilha do Bananal, vem, aos poucos, procurando conservar sua diversidade ambiental, preservando não apenas os fluviais, mas também seu solo e terras indígenas. De acordo com o Instituto Natureza do Tocantins (Naturatins), o ICMS Ecológico foi implantado e regulamentado pela Lei Estadual nº 1.323, de 4 de abril de 2002, que dispõe sobre os índices que compõem o cálculo da parcela do produto da arrecadação do ICMS pertencente ao município.

Após a instituição, criou-se também a Lei Estadual nº 2.959, de 18 de junho de 2015, que dispõe sobre critérios de distribuição das parcelas municipais do ICMS, sendo alterada pela Lei Estadual nº 3.319, de 22 de dezembro de 2017, e novamente alterada pela Lei Estadual nº 3.348, de 15 de março de 2018. Além do Decreto nº 5.264, de 30 de junho de 2015, que dispõe sobre o cálculo do valor adicionado, da quota igual, da população, da área territorial e dos critérios ambientais, relativos à composição do Índice de Participação dos Municípios – IPM.

Segundo a Cartilha do ICMS Ecológico disponibilizada pelo Governo do Estado do Tocantins (2013)

A Lei do ICMS Ecológico traz ainda algumas diretrizes para sua implantação no Tocantins, entre elas, a participação pública no planejamento e nas ações a serem desenvolvidas, a avaliação da qualidade nos processos e produtos, o desenvolvimento da educação ambiental, do ecoturismo - quando for o caso, e a performance dos municípios em matéria de gastos ambientais.

Conforme o Naturatins, cada município receberá a participação financeira referente aos pontos obtidos com o cumprimento do conjunto de critérios, referentes ao ano anterior, mediante apresentação de documentação. Estes documentos deverão comprovar o investimento em ações programáticas na área da educação ambiental, de controle e combate às queimadas, de apoio a unidades de conservação e terras indígenas, de saneamento básico, e de conservação do solo e das águas. Isto é, para que os municípios inscritos consigam receber o incentivo referente ao tributo, é necessário que cumpra com as condições para que obtenha as pontuações.

Além disso, o Naturatins afirma que “esse benefício visa proporcionar maior autonomia aos gestores públicos municipais, na execução de ações estruturantes de apoio a implantação do órgão executivo municipal, do conselho e do fundo de meio ambiente.” Quanto ao objetivo do eco-tributo, Marra (2005, p. 19) afirma que “O objetivo básico do ICMS ecológico tocantinense é incentivar os municípios, sempre na perspectiva da melhoria do ambiente e da qualidade de vida”. Ou seja, o principal intuito é fazer com que os municípios tenham controle sobre as questões ambientais e sua preservação, e desde que os façam, serão recompensados.

Consta na Cartilha do ICMS Ecológico do Estado do Tocantins (2013), que no Tocantins, esse tributo procura ser mais ousado e inovador, pois além da preservação das águas e parques, visa premiar os municípios que possuam uma boa política ambiental, prezando pelo controle das queimadas, promovendo conservação dos solos, e ainda, que atue direta ou indiretamente no tratamento de água potável, tratamento do esgoto e também coleta do lixo.

No estado, o IPM (Índice de Participação por Município) é composto por cinco critérios, quais sejam: 75% de valor adicionado (índice sobre as entradas e saídas de mercadorias do município); 8% de quota igual; 2% sobre o número de habitante; 2% para a área territorial e 13% de ICMS Ecológico (conforme critérios ambientais). Ainda, o percentual relativo ao ICMS-E é considerado o mais alto do Brasil.

Assim, com base no artigo 3º, incisos II, III e IV da Lei Estadual nº 3.348/18, o percentual referente ao repasse do ICMS Ecológico será dividido em: 1,5% para políticas municipais de meio ambiente; 1,5% para controle de queimadas e combate de incêndios; 4% para conservação da biodiversidade e terras indígenas; 3,5% para saneamento básico e conservação da água; 1,5% para conservação e manejo do solo; e 1% para turismo sustentável, totalizando 13%.

Nessa linear, os autores Lovatto e Rocha (2016, p.10) afirmam que “O Tocantins é o primeiro

estado a analisar a conservação dos solos no ICMS – Ecológico.” E quanto a isto, o estado procurou adaptar o tributo à sua realidade. Além do mais, em concordância com a Secretaria da Agricultura, Pecuária e Aquicultura do Estado do Tocantins (2020), metade do território estadual conta com potencial para a agricultura, uma vez que apresentam terras férteis, um período maior expostos ao sol e topografia plana, expressando-se como “novo polo agrícola do Brasil”. Também, o órgão aponta que a base está na sustentabilidade do meio ambiente, tendo o Estado o menor índice de desmatamento de toda a região Norte. Em outras palavras, com as políticas ambientais para conservação dos solos, é uma forma de continuar preservando os solos tocantinenses, prezando pela não degradação e desmatamento destes. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2019) traz ainda a variação percentual da taxa de desmatamento entre os anos de 2018 e 2019, apresentando o Tocantins variação de -16% (menos dezesseis por cento). Logo, havendo a diminuição do desflorestamento nos anos demonstrados.

No Tocantins há ainda um projeto denominado Corredor Ecológico, que conta com a participação de quatro municípios, sendo eles: Mateiros, Rio da Conceição, São Félix do Tocantins e Ponte Alta. E de acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2013), o projeto foi criado como uma maneira de reconhecer a importância do ICMS Ecológico para a proteção ambiental, com o intuito de realizar oficinas para análise dos resultados locais e propor alternativas para aprimorar as ações municipais na avaliação ecológica para recebimento do benefício. Ainda, as oficinas oferecidas procuravam criar e regulamentar os Fundos Municipais do Meio Ambiente dos municípios constantes no programa. De forma que atualmente, todos contam com seus Fundos de Meio Ambiente instituídos e regulamentados.

Segundo reportagem produzida pela emissora de rádio CBN Tocantins, em 2017 o número de municípios que aderiram ao ICMS Ecológico foi de 131, enquanto que em 2018 aumentou para 135 cidades. Já em 2019, deram entrada ao processo no Naturatins, 136 dos 139 municípios, o maior volume nos últimos 6 anos e também a maior adesão de municípios entre os estados brasileiros que implementaram o ICMS-E.

Ainda, conforme dados da Secretaria da Fazenda do Estado, em 2018, o Tocantins arrecadou mais de 2 bilhões e 800 milhões de reais com o ICMS comum, sendo redistribuído mais de 87 milhões de reais por meio do ICMS Ecológico. Até agosto de 2019, a soma já excedia 60 milhões de reais. Sendo São Félix do Tocantins, uma das cidades do projeto Corredor Ecológico que abrange o Jalapão, a cidade com mais arrecadação do tributo “verde”.

Já no ano de 2019, foram arrecadados cerca de 3 bilhões e 19 milhões de reais com o imposto, sendo o maior valor angariado desde 2014. Quanto aos repasses de ICMS Ecológico, o município que mais recebeu recursos seguiu sendo São Félix do Tocantins, aproximadamente 3 milhões e 700 mil reais.

De acordo, com dados também da Secretaria da Fazenda e Planejamento do Estado do Tocantins, foi possível notar alguns fatores positivos referentes ao ano de 2019, como redução no

número de focos de queimadas em 85% dos municípios. A partir disso, pode-se analisar com o aumento das cidades participantes e também com o aumento do repasse do imposto, que logo as mesmas estão cumprindo os requisitos que fazem jus ao benefício, contribuindo, assim, para uma melhoria na qualidade de vida dos cidadãos, além da preservação ambiental, das águas, dos solos e por fim das aldeias indígenas que se fazem presente no estado.

Dentre os municípios que possuem grande parte territorial composta por aldeias está Tocantínia, correspondente a 74% da área, além de possuir em seu território a Área de Preservação Ambiental da Serra do Lajeado, que arrecadou com suas políticas ambientais e preservação no ano de 2019, cerca de 3 milhões e 550 reais, de acordo com dados do Portal da Transparência do Estado do Tocantins. Além disso, conforme Xerente e Bilac (2015), o município conta com projetos agroecológicos e coleta de resíduos sólidos, sendo a ação que mais conta pontos para recebimento do repasse, se bem realizada. Assim, é possível notar as ações municipais de preservação ambiental no Estado do Tocantins, bem como verificar a eficiência do ICMS-E.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Conforme explanado, o ICMS Ecológico é um tributo ambiental, de caráter extrafiscal, que visa retribuir aos municípios suas ações sustentáveis, desde que cumpridos os requisitos ambientais propostos em lei, e também é necessário que a documentação seja entregue no órgão competente para análise e efetivação do processo.

A partir da investigação e análise de dados, foi possível verificar que as políticas adotadas são de certa forma eficientes, uma vez que os municípios apenas conseguem receber os repasses referentes ao ICMS-E, caso cumpram com as imposições. Ainda, com os projetos apontados, é notável o empenho de algumas cidades para que haja a efetivação da finalidade do tributo.

No Tocantins, pode-se observar que as áreas que mais recebem a remuneração são aquelas que possuem compromisso com a natureza, como é o caso de São Félix do Tocantins, um dos principais municípios que abrigam o famoso Parque Ecológico do Jalapão, ponto turístico conhecido nacionalmente.

Também, é importante salientar que o Tocantins possui o maior percentual relativo ao tributo quando comparado com outros estados. Além de ser o primeiro a impor em seus requisitos políticas para a conservação dos solos, buscando relacionar verdadeiramente o ICMS Ecológico à realidade vivida, uma vez que estes possuem grande fertilidade.

Assim, concluímos que o ICMS Ecológico, apesar da pouca visibilidade, possui uma importante função extrafiscal, qual seja, incentivar os municípios economicamente pelos cumprimentos de políticas ambientais. Também, através desse benefício, pode-se perceber que os gestores, em busca de mais capital para suas cidades, procuram executar as ações, de forma que é possível notar percentualmente quanto à redução do desmatamento, degradação do meio ambiente e diminuição

das queimadas. Por fim, é necessário que haja a continuidade das medidas, uma vez que a partir destas, há a preservação ambiental e consequente melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.

## REFERÊNCIAS

A estimativa da taxa de desmatamento por corte raso para a Amazônia Legal em 2019 é de 9.762 km<sup>2</sup>. Instituto Nacional de Pesquisa Espacial. São José dos Campos – SP, 18 nov. 2019. Disponível em: <[http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=5294](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5294)>. Acesso em: 24 abr. 2020.

AGRICULTURA. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Aquicultura do Estado do Tocantins. Palmas, 2020. Disponível em: <<https://seagro.to.gov.br/agricultura/>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

ALEXANDRE, Ricardo. Direito tributário. 11. ed. rev. atual. e ampl. Salvador: Ed. JusPodivm, 2017.

\_\_\_\_\_. Direito tributário. 13. ed. rev. atual. e ampl. Salvador: Ed. JusPodivm, 2019.

APENAS oito municípios do Tocantins entregaram a documentação do ICMS Ecológico. CBN Tocantins. Palmas, 19 fev. 2019. Disponível em:<<https://www.cbntocantins.com.br/programas/cbn-tocantins/cbn-tocantins-1.318013/apenas-oito-munic%C3%ADpios-do-tocantins-entregaram-a-documenta%C3%A7%C3%A3o-do-icms-ecol%C3%B3gico-1.1734089>>. Acesso em: 19 out. 2019.

ARRECADANÇA DE ICMS 2014 – 2019. Secretaria da Fazenda e Planejamento do Estado do Tocantins, 2020. Disponível em: <<http://www.sefaz.to.gov.br/governo/informacoes-economicas/arrecadacao/arrecadacao-de-icms-2014---2019/>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

BALTHAZAR, Ubaldo Cesar. História do Tributo no Brasil. 1. ed. Florianópolis: Fundação Boiteux, 2005. 200 p.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 18 nov. 2019.

\_\_\_\_\_. Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966. Dispõe sobre o Sistema Tributário Nacional e institui normas gerais de direito tributário aplicáveis à União, Estados e Municípios. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l5172.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5172.htm)>. Acesso em: 26 out. 2019.

CARRAZZA, Roque Antônio. Curso de direito constitucional tributário. 29. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Malheiros Editores, 2013.

CAPARROZ, Roberto. Direito tributário esquematizado. In: LENZA, Pedro. (Coordenador). - 3. ed. - São Paulo: Saraiva Educação, 2019.

CARVALHO, Paulo de Barros. Curso de direito tributário. 30. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.

COELHO, Sacha Calmon Navarro. Curso de direito tributário brasileiro. 17. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2020.

FRANCO, Décio Henrique. O ICMS ecológico como instrumento de gestão ambiental: contribuições

para o Estado de São Paulo. Santa Bárbara D'Oeste, 2006.

GOVERNO DO TOCANTINS. ICMS ecológico: política de meio ambiente, controle e combate às queimadas, unidades de conservação e terras indígenas, saneamento básico, conservação do solo. Palmas, TO: SEMADES; NATURATINS, 2013.

ICMS ECOLÓGICO. SEMAD, 2019. Disponível em: <<http://www.meioambiente.go.gov.br/meio-ambiente-e-recursos-h%C3%ADdricos/icms-ecol%C3%B3gico.html>>. Acesso em: 23 out. 2019.

\_\_\_\_\_. Naturatins, 2019. Disponível em: <<https://naturatins.to.gov.br/icms-ecologico/>>. Acesso em: 23 out. 2019.

ICMS ECOLÓGICO E FUNDO MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE. ICMBio – Projeto Corredor Ecológico da Região do Jalapão. Brasília, 2013. Disponível em: <<https://www1.icmbio.gov.br/projetojalapao/pt/destaques/129-icms-ecologico-e-fundo-municipal-de-meio-ambiente.html>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

ÍNDICE DE PARTICIPAÇÃO DOS MUNICÍPIOS. Secretaria da Fazenda e Planejamento do Estado do Tocantins, 2018. Disponível em: <<http://www.sefaz.to.gov.br/municipios/ipm---indice-de-participacao-dos-municipios/repasses-aos-municipios/icms/2018/>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

\_\_\_\_\_. Secretaria da Fazenda e Planejamento do Estado do Tocantins, 2019. Disponível em: <<http://www.sefaz.to.gov.br/municipios/ipm---indice-de-participacao-dos-municipios/repasses-aos-municipios/icms/2019/>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

ÍNDICE de Participação dos Municípios definitivo para 2020 é publicado no Diário Oficial. Secretaria da Fazenda e Planejamento do Estado do Tocantins. Palmas, 28 ago. 2019. Disponível em: <<http://www.sefaz.to.gov.br/noticia/2019/8/28/indice-de-participacao-dos-municipios-definitivo-para-2020-e-publicado-no-diario-oficial/>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

LOVATTO, Pâmela; ROCHA, Jefferson. ICMS Ecológico como ferramenta de proteção ambiental: análise da aplicação no Estado do Rio Grande do Sul. Universidade Federal do Pampa, 2016.

MARRA, Fernanda de Moraes Santana. ICMS ecológico como instrumento para o desenvolvimento sustentável. Monografia especialização. Universidade católica de Goiás. Departamento de ciências jurídicas. Curso de especialização em direito ambiental. Goiânia, 2005.

MODÉ, Fernando Magalhães. Tributação Ambiental: A Função do Tributo na Proteção do Meio Ambiente. Curitiba: Juruá, 2007.

MONTERO, Carlos Eduardo Peralta. Extrafiscalidade e meio ambiente: o tributo como instrumento de proteção ambiental. Reflexões sobre a tributação ambiental no Brasil e na Costa Rica / Carlos Eduardo Peralta Montero - 2011. 304 f.

MUNICÍPIOS têm até 15 de março para aderir ao ICMS Ecológico. Secretaria da Fazenda e Planejamento do Estado do Tocantins. Palmas, 6 fev. 2020. Disponível em: <<http://www.sefaz.to.gov.br/noticia/2020/2/6/municipios-tem-ate-15-de-marco-para-aderir-ao-icms-ecologico/>>. Acesso em 10 abr. 2020.

NABAIS, José Cassata. O dever fundamental de pagar impostos: contributo para a compreensão constitucional do estado fiscal contemporâneo. Coimbra, 2009.

SCAFF, Fernando Maury. Notas sobre a extrafiscalidade ambiental no Brasil. TUPIASSU, Lise; NETO, João Paulo Mendes. (Coordenadores). Tributação, meio ambiente e desenvolvimento. 1. ed. São Paulo: Forense; Belém – PA: Cesura, 2016.

TOCANTINS. Lei nº 3.348, de 15 de março de 2018. Altera as Leis 3.319, de 22 de dezembro de 2017 e 2.959, de 18 de junho de 2015. Disponível em: <<http://dtri.sefaz.to.gov.br/legislacao/ntributaria/Leis/Lei3.348.18.htm>>. Acesso em: 22 abr. 2020.

XERENTE, Pedro Paulo Gomes da Silva; BILAC, Dorian Braga Nunes. ICMS Ecológico: Análise do valor aplicado em terras indígenas no município de Tocantínia – TO. Revista Humanidades e Inovação – UNITINS, Palmas. v. 5, n. 2, p. 209 – 231, 2018.

YAMAO, Celina. A história do imposto sobre circulação de mercadorias – Do IVM ao ICMS. Revista Jurídica – UNICURITIBA, Curitiba. v. 3, n. 36, p. 40 – 53, 2014.



# REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA DE ÁREAS FAVELIZADAS: O ESTADO DO TOCANTINS COMO AGENTE SOLIDÁRIO NO PROCESSO DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA DAS REGIÕES FAVELIZADAS NO MUNICÍPIO DE PALMAS/TO

Nathalia Guimarães Cordeiro<sup>1</sup>  
Fábio Barbosa Chaves<sup>2</sup>

## RESUMO:

O processo de urbanização dos municípios brasileiros aconteceu de forma rápida e desordenada, principalmente pelo deslocamento da população rural para os centros urbanos. O caótico processo reflete diretamente na indisponibilidade por parte dos entes federativos de ofertarem a garantia constitucional do direito à moradia. A mais nova capital do Brasil, Palmas, a capital planejada, já possui desde sua gênese a descontinuidade do Plano Diretor Básico e a formação de áreas favelizadas. O objetivo deste trabalho é analisar a possibilidade do poder público estadual de participar de forma solidária com o poder público municipal no processo de regularização fundiária das áreas favelizadas da capital. A pesquisa é descritiva e a metodologia utilizada como instrumento da pesquisa é de caráter qualitativo, realizada por meio da análise indutiva do processo de formação urbana do território nacional e do território municipal. Analisa-se o processo de implantação do plano diretor, bem como o procedimento de revisão das diretrizes urbanísticas. Com ajuda dos instrumentos de coletas de dados, através da revisão bibliográfica de leis, decretos e doutrinas foi possível distinguir os termos favela e periferia no contexto urbano e compreender os processos jurídicos e administrativos relacionados à regularização fundiária de áreas irregulares. Em face de suas especificidades, destaca-se a dificuldade que o município de Palmas enfrenta para regular as áreas favelizadas localizadas em seu território.

**Palavras-chave:** Urbanização. Expansão Urbana. Segregação Urbana. Favela. Regularização Fundiária.

## ABSTRACT:

*The urbanization process in Brazilian municipalities happened quickly and in a disorderly manner, mainly due to the displacement of the rural population to urban centers. The chaotic process directly reflects the unavailability of the federal entities to offer the constitutional guarantee of the right to housing. The newest capital of Brazil, Palmas, the planned capital, has since its genesis the discontinuity of the Basic Master Plan and the formation of slum areas. The objective of this work is to analyze the possibility of the state public power to participate in solidarity with the municipal public power in the process of land tenure regularization in the slum areas of the capital. The research is descriptive and the methodology used as a research instrument is of a qualitative character, carried out through the inductive analysis of the urban formation process of the national territory and the municipal territory. The process of implementing the master plan is analyzed, as well as the procedure for reviewing urban guidelines. With the help of data collection instruments through the bibliographic*

<sup>1</sup> Nathália Guimarães Cordeiro, graduanda no Centro Universitário Católica do Tocantins - UniCatólica. E-mail: nathaliago@hotmail.com;

<sup>2</sup> Fábio Barbosa Chaves, Doutor em Direito pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC/MINAS. Mestre em Direito, Políticas Públicas e Relações Internacionais pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC/GOIÁS. Professor universitário do curso de Direito no Centro Universitário Católica do Tocantins - UniCatólica. E-mail: fabio.barbosa@catolica.edu.br.

*review of laws, decrees and doctrines it was possible to distinguish the terms favela and periphery in the urban context and to understand the legal and administrative processes related to land tenure regularization in irregular areas. In view of its specificities, the difficulty that the municipality of Palmas faces to regulate the slum areas located in its territory is highlighted.*

**Keywords:** Urbanization; Urban Expansion; Urban Segregation; Shanty town; Land regularization.

## 1 INTRODUÇÃO

Em grande parte das cidades brasileiras, o processo de urbanização vem acontecendo de forma intensa e acelerada. Esse processo de ocupação foi consequência do crescimento industrial e do deslocamento da população rural, que migrou para a cidade em busca de trabalho, esse movimento migratório ocorreu sem respeitar limites estabelecidos pelos municípios em seus planos de urbanização, o que colaborou com a criação de conglomerados urbanos irregulares, marginalizadas e sem acesso aos equipamentos públicos.

No âmbito jurídico, a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, em seus artigos 182 e 183, legisla a questão urbanística do país, traçando as políticas urbanas para a gestão democrática das cidades. Bem como o recente Estatuto da Cidade, que oferta diversos instrumentos jurídicos para a efetivação do direito à moradia digna, cumprindo ao município efetivar a função social da propriedade através da edição de seu plano diretor. Ocorre que, muitas vezes, os gestores encontram dificuldades em lidar com os problemas trazidos pelo crescimento urbano.

No capítulo um é abordada a urbanização das cidades brasileiras, esse processo de ocupação do cenário urbano é de primordial importância para compreendermos o surgimento das favelas, como produto da má organização do espaço urbano.

O capítulo seguinte aborda a distinção entre os termos favela e a periferia. Entender a etimologia destes termos possibilitará compreender também as falhas estruturais existentes dentro do contexto urbano brasileiro como resultado da deficiente urbanização das cidades.

O terceiro e quarto capítulo adentram no processo de formação urbanística do município de Palmas observando a dinâmica desencadeada com a criação do Estado do Tocantins e, conseqüentemente, da nova capital. Destacam-se também as manobras espontâneas utilizadas pelo Estado para promover a ocupação do solo urbano, com isso observa-se as primeiras incongruências decorrentes da má execução do Plano Básico da cidade.

Trata-se, ainda, o plano diretor e as ocupações irregulares às margens de Palmas, ponderando sobre a aplicação dos instrumentos e o trabalho da máquina pública frente aos problemas enfrentados pela população que residem nestas áreas. O município por si só não consegue efetuar o procedimento de regularização fundiária e garantir o direito constitucional à moradia, por não possuir todos os meios eficazes para a realização da medida, justificando assim, a relevância social da temática.

A intenção é compreender as medidas do estado, de forma solidária, para efetivar as garantias constitucionais, perante os fatos atrelados, a pesquisa se torna indispensável para contribuir com a aplicação dos direitos constitucionais, utilizando a possibilidade do Estado em agir de forma a sanar as problemáticas urbanísticas.

Atento às problemáticas existentes no município, este estudo busca discorrer através de abordagem qualitativa, traçando um caminho através das informações coletadas por meio da revisão de literatura específica: documentos históricos, geográficos, legislativos, doutrinários relacionados às políticas urbanas e habitacionais. A pesquisa é descritiva, tendendo a analisar seus dados indutivamente, sobre as formas pelas quais o Estado pode contribuir com o processo de regularização fundiária das áreas favelizadas do município de Palmas, de modo a efetivar as diretrizes constitucionais concernentes ao direito à moradia.

## **2 O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO E FAVELIZAÇÃO NO BRASIL**

Ao tratar do processo de urbanização das cidades, como modo concreto da apropriação do espaço geográfico urbano por indivíduos, leva-se em consideração diversos processos sociais e espaciais de seu desenvolvimento ao longo da história. Sposito (2001) destaca dois fatos históricos vinculados ao surgimento das cidades: a Revolução Comercial (XIV) e a Revolução Industrial (XVIII).

No Brasil, segundo Oliven (2010), as desigualdades iniciaram-se, ainda, no período colonial, com a problemática da má distribuição de terras, trabalho escravo e a acumulação do capital, mantendo-se na expansão cafeeira e se consolidando com a revolução industrial. O crescimento desordenado e caótico das cidades sempre esteve relacionado com o viés econômico. O século XX ficou marcado pelo processo de urbanização brasileira, que ocorreu de forma intensa e rápida, concomitantemente com a expansão industrial no país, busca por trabalho e baixa remuneração.

Em um curto período de tempo, o país migrou de uma predominância rural, para a iminência do cenário urbano. Segundo o sistema IBGE de Recuperação Automática (2020), entre 1950 e 2010 a população que passou a residir em cidade, saltou de 36,16% para 81,23%. A disparidade entre a quantidade populacional a adentrar nos grandes centros e a impossibilidade de suportar a demanda resultou na ausência de infraestrutura e serviços básicos para todo esse contingente populacional, situação que se arrasta até os tempos atuais. Essa desigualdade gera uma supervalorização de áreas que são ocupadas por uma parcela da população financeiramente privilegiada, que dispõem desses serviços, com isso surgem as áreas irregulares, ocupadas em sua maioria pela população com baixas condições financeiras, localizadas em regiões mais afastadas dos centros e infraestrutura básica.

Na tentativa de redemocratizar a urbanização e facilitar as gestões urbanísticas das cidades, foram criados diversos instrumentos com o objetivo de concretizar os princípios constitucionais, ordenando o pleno desenvolvimento das funções sociais da propriedade urbana. Para Luís Fernando Cruvinel Teixeira (2009), coautor do plano urbanístico de Palmas, a velocidade do processo, a

ineficiência dos gestores e as novas cidades caracterizam o processo de urbanização brasileira.

A reprodução espacial, desordenada, com a predominância de propriedades irregulares, é retrato dos grandes centros urbanos brasileiros, cenário de exclusão social aliado à ineficiência dos gestores públicos torna o planejamento urbano um desafio. Neste cenário encontra-se o município de Palmas-TO, a mais nova capital planejada do século XX, que ironicamente não teve seu plano urbanístico seguido à risca, o que culminou com surgimento de áreas favelizadas em sua extensão urbana.

De forma equivocada, as palavras **Favela** e **Periferia** são utilizadas conjuntamente, na cultura brasileira para conceituar os espaços urbanos representados pelo predomínio da pobreza, atribuindo de forma pejorativa a estas regiões a população de baixa renda. É salutar compreender não apenas o conceito, mas o contexto social, histórico e geográfico que as envolvem.

Segundo o dicionário Michaelis (2020), **favela** é qualquer lugar que cause uma má impressão por ser um ambiente desorganizado e com uma aparência desagradável, que é habitado ou frequentado por pessoas com condições financeiras inferiores. No contexto histórico, a origem do nome favela é do assentamento dos ex-militares da Guerra de Canudos no Morro da Providência, local rico na planta leguminosa conhecida como faveleiro. Eles deram ao local o nome de “Morro da Favella”, que em consequência passou a designar os conglomerados urbanos no Rio de Janeiro, como explica Valladares (2000). O substantivo **periferia** (MICHAELIS, 2020) possui o significado que interessa ao objetivo deste estudo, que é o que geograficamente se encontra no entorno do centro urbano, com deficiência na estrutura e serviços básicos.

A antropologia urbana utiliza uma metáfora para representar a distinção desses fenômenos urbanísticos: **A Cidade Partida**. Nos estudos de Setha Low (2005, *apud* COTELO; RODRIGUES, 2011) a metáfora é utilizada para representar a dicotomia existente entre asfalto-favela e centro-periferia. O asfalto-favela demonstra de um lado a integralidade dos serviços públicos e de outra a carência deles. O centro-periferia representa um caráter segregador, como a própria palavra indica, centro é o núcleo urbano e periferia é a região nos limites urbanos da cidade.

Não obstante, o estudo realizado por Cotello e Rodrigues (2011), nas principais cidades brasileiras concluiu que as favelas tendem a se localizar nos interstícios urbanos envoltos da cidade normal e nem sempre na periferia, isso demonstra que as distâncias de uma região favelizada em relação ao centro de uma cidade tendem a serem menores se comparadas à distância do centro da cidade às suas linhas limítrofes.

Categoricamente, as favelas não se situam em regiões periféricas, essa definição pode variar de acordo com a realidade de cada caso em particular. Os trabalhadores buscam efetivar sua residência próxima ao local de trabalho e, em muitos casos, não conseguem suportar financeiramente os imóveis com acesso à infraestrutura de qualidade nestes locais, isto acarreta como solução ou morar na favela com a alta densidade populacional para ter maior acessibilidade ou nas regiões periféricas da cidade com menor densidade populacional.

Tende-se a empregar os termos favela e periferia ao mesmo contexto espacial, conectando os termos às regiões afastadas dos centros urbanos com o predomínio de uma população financeiramente desfavorecida, todavia isso não ocorre com os condomínios de luxo, construídos em locais afastadas dos centros urbanos. Assim, destaca-se que a favela constitui um conjunto de moradias irregulares com alta densidade populacional e a periferia é utilizada para designar a área que envolve o centro urbano.

### **3 A FORMAÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE PALMAS E AS ÁREAS FAVELIZADAS**

O processo de povoamento da região onde hoje é localizado o estado do Tocantins se iniciou após a chegada dos portugueses no Brasil. Mas a criação em si do estado do Tocantins só ocorreu em 1988, através da aprovação pela Assembleia Nacional Constituinte do projeto de divisão territorial do estado de Goiás, surgindo o Estado do Tocantins, essa cisão se deu pelo desmembramento da parte norte do Estado de Goiás.

Desde os movimentos que antecederam a criação do Estado do Tocantins, a maior preocupação daqueles que residiam nessa região era em ter um local que atendesse a todas as necessidades estruturais que o novo estado exigia para a implantação da capital. Houve sugestões tanto no sentido de instalação em cidades que já existiam, como em realizar a construção da capital do Estado.

A capital provisória passou por Miracema do Norte, Araguaína e Taquaruçu do Porto. Mas por não satisfazerem as necessidades da futura capital, em dezembro de 1989, foi realizada a transferência da sede administrativa do município de Taquarussu do Porto para Palmas, transformando Taquaruçu em um distrito. Logo em seguida, em janeiro de 1990 Palmas foi instalada oficialmente como capital do estado, relata Nascimento (2009).

A proposta para a capital foi de se utilizar da grande extensão da região e seus “limites bem demarcados” (TEIXEIRA, 2009) para a construção de uma cidade planejada. Ainda em 1989 foi dado início ao projeto, desenhado pelo o Escritório de Arquitetura, Urbanismo e Planejamento **GRUPOQUATRO**, dividia a capital em três partes: Uma área macroparcelada com 11.085 hectares, localizada entre os ribeirões Água Fria e Taquaruçu Grande, com capacidade para abrigar um milhão e duzentos mil habitantes, e duas áreas de expansão, uma ao norte da área macroparcelada, com 4.625 hectares, e outra ao sul, com 4.869 hectares (GRUPOQUATRO, 1989).

Durante o início do processo de ocupação o Governo do Estado foi o maior detentor de terras no município, adquiridas por meio de compra, doação ou desapropriação. Essas propriedades foram utilizadas como forma de pagamento às empreitadas e também foram vendidas como forma de aumentar o capital financeiro do Estado (BAZOLLI 2012).

Houve, então, uma descontinuidade no processo de implantação do plano básico pelas etapas previamente definidas, os responsáveis pela execução do projeto urbanístico se esquivaram do planejamento, juntamente com o descuido da gestão do governo estadual em virtude da pressão

do mercado imobiliário. O resultado foi a dispersão urbana e o surgimento dos “vazios intersticiais, tanto na área macroparcelada como na área de expansão sul, acarretando uma ocupação dispersa e desagregada, com baixas densidades populacionais” (BESSA; OLIVEIRA, 2017, p.510).

A região onde hoje se localiza a cidade de Palmas foi definida em razão das características geográficas existentes na localidade, que facilitou a elaboração e implantação de um plano urbanístico básico. Esse plano é construído nos moldes de um conjunto de normas que consolidam as “políticas públicas voltadas, sobretudo, à habitabilidade do espaço urbano, definindo critérios de ocupação, de utilização dos espaços e de destinação de seus imóveis” (CHAVES, 2012, p. 57).

Essas normas não se encontram totalmente sistematizadas e por serem esparsas guardam, entre si, conexão puramente material em função do objeto regulado. O plano diretor é o principal mecanismo de orientação da expansão urbana do município.

O Plano Diretor Básico previa o parcelamento da capital em três partes, com áreas destinadas ao comércio, a indústrias e a áreas residenciais. A área macroparcelada contava com uma estratégia de implantação e ocupação do solo urbano a ser realizada pelo método faseado de adensamento urbano: a 1ª Fase, ocupação da área central com um adensamento proposto de 200.000 habitantes; 2ª Fase, ocupação ao sul da primeira fase, entre Córrego Brejo Comprido e Córrego da Prata para cerca de 260.000 habitantes. A 3ª Fase, ocupação ao norte da primeira fase entre Sussuapara e Ribeirão Água Fria, para 185.000 habitantes; a 4ª Fase, entre Córrego da Prata e Ribeirão Taquaruçu Grande, para cerca de 440.000 habitantes; 5ª Fase, área de expansão ao sul e ao norte do projeto piloto de Palmas para mais 800.000 habitantes (PALMAS, 2015).

Além disso, a capital contava com uma malha viária básica muito bem estruturada, assim como as áreas residenciais que se destacam pela organização em forma de quadras, oferecendo uma grande flexibilidade para a implantação de vias arteriais que se adaptariam aos vários tipos de edificações, além da disponibilidade dos aparelhos públicos essenciais (TEIXEIRA, 2009).

No entanto, a ocupação faseada não ocorreu como previsto. Nos quatros primeiros anos da capital, as duas primeiras fases já se encontravam em processo de expansão com uma densidade bruta equivalente a 0,10 habitantes por hectare, consideravelmente abaixo da média de 300 habitantes por hectare definido no Plano Básico (PALMAS, 2015).

Na busca por soluções aos problemas estruturais do município, o Plano Diretor Participativo do Município de Palmas- PDPP foi instituído por meio da Lei Complementar nº 155 de dezembro de 2007, instrumento este para efetivar as diretrizes constitucionais da política de desenvolvimento urbano e tratar da gestão democrática da cidade estabelecendo objetivos e instrumentos para garantir a participação da população nos programas e projetos urbanísticos de Palmas. Contudo, não foi suficiente. Em 2011, foi apresentado quatro Projetos de Lei Complementar, os PLC nº 06, 07, 12 e 13. No ano seguinte, a Câmara de Vereadores também apresentou proposta de Emenda Substitutiva nº 001/2012, versando sobre a expansão da área urbana de Palmas.

Os projetos de lei e a proposta de emenda não avançaram em virtude de ações contrárias à

aprovação em virtude da ausência de diálogo com a sociedade sobre as supostas alterações que poderiam ocorrer. Em meio às manifestações, o Executivo Municipal seguiu em frente e utilizou parte do texto da Emenda Substitutiva nº 001/2012, que previa a alteração dos artigos 19 e 43 da LC nº 155/2007, e com isso propôs o Projeto de LC nº 12/2012 logo aprovado pela Câmara originando a LC nº 253/2012. Durante um período, ocorreram algumas alterações legislativas concernentes ao urbanismo da capital, mas nenhuma de forma relevante para conter a expansão acelerada (BAZOLLI, 2012).

Na tentativa de frear o espraiamento da mancha urbana, em 2015, teve início o processo de Revisão do Plano Diretor Participativo de 2007, procedimento obrigatório aos municípios com mais de 20 mil habitantes no período máximo de dez anos. O objetivo era tornar “aplicáveis os diferentes instrumentos previstos no Estatuto da Cidade, promovendo a indução da ocupação urbana em áreas infraestruturadas e o desestímulo da expansão para aquelas situadas distantes do centro” (PALMAS, 2015, p. 196).

Como resultado do processo, em abril de 2018, foi sancionada a Lei Complementar de nº 400 dispendo sobre o novo Plano Diretor Participativo do Município de Palmas-TO (PDPP), satisfazendo assim as disposições do Estatuto da Cidade. Em sete títulos, a lei se constitui como o instrumento necessário para o desenvolvimento do município. Acrescente-se, ainda, como inferência desse processo a alteração não só do plano, mas também do código de posturas, código de obras, código de parcelamento do solo para alinhar as legislações às novas determinações da LC nº 400/2018.

O Estatuto da Cidade destaca a importância do Plano Diretor como instrumento de efetivação da política urbana no cumprimento da função social da propriedade urbana, disposta na Constituição Federal. Nestes termos, a LC Nº 400/2018, art. 5º, parágrafo único, destaca que a função social da cidade Palmas é promover direito a terra, à moradia, ao saneamento ambiental, a uma cidade humanizada, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos.

Legislar sobre a função social da cidade por si só não é capaz de efetivar as garantias constitucionais capazes de efetivamente proporcionar à população os meios básicos de sobrevivência e qualidade de vida, concernentes à moradia. É primordial um planejamento voltado para a política urbana com a participação da sociedade, bem como que ela atue no processo de execução e de fiscalização do Plano Diretor, tendo em vista a preservação do interesse social nas ações executadas. Porém, salienta-se que a participação social durante a revisão do Plano Diretor não foi cumprida satisfatoriamente, principalmente no que se refere à expansão injustificada do perímetro urbano, essa temática foi motivo de disputa entre a sociedade, pois de um lado se encontrava o mercado imobiliário favorável à expansão e de outro os que alegavam a insustentabilidade da cidade gerada pela suposta expansão do perímetro urbano (BAZOLLI 2012).

Uma das principais modificações está na divisão do território urbano em quatro macrozonas para o desenvolvimento urbanístico da capital, sob a justificativa da insustentabilidade do modelo espacial do plano básico, que ao invés de promover o desenvolvimento, promoveu pobreza e

segregação dos habitantes e a ausência de delimitação do perímetro urbano, incorporando a baixa densidade da capital à sua característica urbanística (PALMAS, 2015).

O revés urbanístico da expansão da mancha urbana sem adensamento populacional está enraizado na formação urbanística de Palmas desde sua implantação, ainda nesse período ocorreram os primeiros deslizamentos na forma de ocupação do território palmense, quando o Estado desapropriou diversas propriedades rurais localizadas na área destinada para a implantação do tecido urbano da cidade, depois de parceladas, foram vendidas através de leilões públicos, nesse momento as propriedades já se encontravam valorizadas por se situarem próximas aos aparelhos públicos.

Um ponto que merece destaque é que, por ser o detentor da maioria das propriedades que integravam o solo urbano do município de Palmas, O Governo do Estado passou a designar a ocupação das quadras centrais próximas à Avenida JK e praça dos girassóis para o funcionalismo público do “primeiro escalão do governo, representantes do Poder do Estado e empreendedores particulares. Por exemplo, a ARSE 14 foi destinada aos Deputados Estaduais” (CHAVES, 2012, p. 79), os demais servidores foram alocados em quadras localizadas fora da etapa definida pelo plano básico como, por exemplo, as ARSE 51 e 72.

A venda dos imóveis da capital pelo Poder Estadual da “Companhia de Desenvolvimento do Estado do Tocantins – CODETINS, depois transformada em Agência de Desenvolvimento do Estado do Tocantins - AD TOCANTINS” (CHAVES, 2012, p. 79), também contribuiu com a descaracterização das etapas propostas pelo Plano Básico, pois atuava como uma corretora de imóveis com a finalidade de angariar recursos financeiros para a implantação da capital.

Outro feito prejudicial: a “dação em pagamento” de imóveis do Estado como pagamento das empreiteiras responsáveis pela instalação da infraestrutura da capital. Os proprietários dessas empresas acabavam retendo uma grande quantidade de imóveis, fomentando a especulação imobiliária, manutenção dos vazios urbanos e o espraiamento da população. Com isso, os migrantes que exerciam algum tipo de atividade laborativa relacionada com a construção da capital ou até mesmo os buscavam em Palmas melhores condições de vida eram destinados para áreas afastadas do centro. Tais acontecimentos tornam o Estado “responsável pelos vazios urbanos na cidade, tanto pela transferência de terras a empreiteiras, que as mantêm desocupadas até os dias atuais, como pela retenção especulativa de parte destas áreas, devido a interesses políticos e econômicos” (BAZOLLI, 2012, p. 253).

Essa dinâmica de crescimento distorcido de Palmas colaborou com a formação de habitações precárias e irregulares. Uma das primeiras regiões com características de favela ficou conhecida como Golfo Pérsico que, de acordo com Brito (2010), abrigava desempregados e trabalhadores informais em barracos de lona às margens do córrego Suçuapara. Logo surgiu a invasão nas ARNOS 31, 32 e 33, no extremo norte da capital, chamada de **Vila União**. Os primeiros proprietários dos lotes na região foram agraciados através de doação por comodatos feitos pelo governador Siqueira Campos, contudo no mandato seguinte, Moises Avelino resolveu promover a invasão da área, como



forma de conter a favelização e periferização de Palmas (COCOZZA, 2007).

Outras invasões foram surgindo ao longo do tempo, como as que “ocorreram nas ARSES 24, 65 e 75, todas situadas na parte Sul, além das quadras do entorno da então residência oficial do governo, na parte Leste” (CHAVES, 2012, p.79), além das invasões na expansão sul.

A segregação socioterritorial é de fato um dos grandes problemas urbanísticos de Palmas. Hoje, a capital encontra-se como fragmentada em duas partes: Palmas Norte, área do Plano Básico e Palmas Sul, composta por Taquaralto e Aurenys. Esse espraiamento urbano afeta diretamente o fornecimento por parte do Poder Público Municipal dos serviços básicos à população, pelo alto custo que demandaria a implantação.

Segundo dados da Prefeitura de Palmas (2015), a capital tem hoje cerca de 8.000 domicílios dependentes de regularização fundiária, somadas às ocupações em Áreas Públicas Municipais (APMs) e os loteamentos irregulares. O município tem ainda irregularidades na ocupação em 10.000 lotes doados pela própria administração, mas que ainda não foram regularizados, cuja propriedade permanece em nome da prefeitura. Esses dados demonstram a urgente e necessária efetivação da política habitacional vise promover a regularização fundiária nas áreas carentes da cidade.

Não se trata apenas de um caráter social, o alto custo da segregação espacial resulta na valorização dos imóveis urbanos localizados em áreas dotadas de infraestrutura, orientados por grupos de maior renda e de outro lado segrega os financeiramente menos favorecidos a áreas com menores preços, geralmente mal localizados. Protelar a regularização aumenta a desigualdade e ratifica a segregação.

O que se conclui como explica Teixeira (2009) é que, ao longo de muitos anos, a moradia tornou-se uma questão mundial e, no Brasil, o processo histórico de urbanização das cidades brasileiras chegou a uma situação insustentável, caracterizada pela desigualdade, segregação social e exclusão territorial refletida também no município de Palmas.

#### **4 A RELEVÂNCIA DA PARTICIPAÇÃO DO GOVERNO ESTADUAL NO PROCESSO DE REGULARIZAÇÃO DE ÁREAS FAVELIZADAS NO MUNICÍPIO DE PALMAS**

O Direito, como ciência, acompanha toda a evolução do homem, desde que ele se despreendeu da característica nômade, individualizada, para se transformar em um ser político e social, necessitando de regras e normas que pudessem disciplinar as condutas e estabelecer parâmetros para a vida em conjunto, principalmente trazendo garantias, bem como deveres a serem cumpridos reciprocamente por todos os integrantes da sociedade.

A moradia sempre esteve atrelada ao histórico de desenvolvimento humano, no Brasil esse direito é reconhecido como um direito fundamental inerente à pessoa humana, previsto, inclusive no artigo 6º da Constituição Federal, mas segundo Silva (1997) a Constituição não deixou tão preciso tal direito, somente com a Emenda Constitucional 26/2000, houve a inclusão entre os direitos sociais

previstos no art. 6º, impondo aos entes federativos a competência de efetivar a garantia.

Entre as políticas públicas voltadas ao cumprimento dessa garantia destacam-se as Leis federais Lei nº 10.257/2001 (Estatuto da Cidade), Lei nº 11.977/2009 (Lei Minha Casa Minha Vida), Lei nº 13.090/2015 (Estatuto da Metrópole), Lei 13.465/17 que dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, e a MP 2.200/2001 que regula a concessão de uso especial para fins de moradia.

Constitucionalmente assegurado, o direito à moradia digna concede ao cidadão a oportunidade de obter uma habitação digna exigindo, para esse fim, prestações por parte da União, dos Estados, Distrito Federal e Municípios que proporcionem o desenvolvimento de políticas públicas que efetivem esse direito fundamental, nos termos do art. 23, IX, da Constituição e do art. 14 da Lei 13.465/17.

Para efetivar essas prestações do artigo 21, IX, da Constituição consta disposição da competência material exclusiva da União em “elaborar e executar planos nacionais e regionais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social” (BRASIL, 1988). De tal modo, incumbe à União o dever de instituir diretrizes para o pleno desenvolvimento urbano e da habitação. É também competência da União, mas de maneira concorrente, desenvolver leis federais concernentes ao direito urbanístico que estabeleça as normas gerais para o desenvolvimento urbano, bem como que discipline as disposições contidas nos artigos 182 e 183 da Constituição Federal.

Os artigos 182 e 183 da Constituição Brasileira normatizam a Política Urbana Nacional dentro do cenário Econômico e Financeiro nacional, visando concretizar, a política de desenvolvimento e de expansão urbana, norteados pelos princípios do desenvolvimento sustentável, da igualdade, da justiça social, da participação popular e da função social da cidade e da propriedade urbana.

Cumprindo sua competência, a União sancionou uma das mais importantes normas urbanísticas: O Estatuto da Cidade. São suas diretrizes: o direito à cidade sustentável, gestão democrática, ordenação e controle do uso do solo, regularização fundiária e urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda. Com estes objetivos foram fornecidos instrumentos, além dos já existentes na Constituição Federal, que permitem aos gestores municipais, regulamentar a área urbana. Essas diretrizes são as linhas gerais da política urbana e devido às particularidades de cada município, cabe ao Poder Público Municipal ampliar as legislações estaduais e federais, através de mecanismos como a desapropriação urbana sancionatória, IPTU, parcelamento, edificação ou utilização compulsória (PEUC) e a elaboração do plano diretor, como é o caso da Lei complementar 400/2018, que institui o plano diretor do município de Palmas. Essa competência municipal tem sua base no art. 30, VIII, da Constituição, que possui como objetivo promover, no que couber adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano.

Em relação à política habitacional, o art. 23, IX, da Constituição define competência comum dos entes federativos em promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico. Aos Estados devem operar através da edição de

leis estaduais de política urbana e habitacional regionais para de forma integrada com municípios atuar nas políticas habitacionais, além de “instituir um sistema de política estadual com organismos e instrumentos próprios, cuja política deve ser destinada em especial para as áreas metropolitanas” microrregiões, e aglomerações urbanas.

As normas elencadas buscam a regular a situação de assentamentos irregulares, Cunha (2019) classifica esses assentamentos como núcleos urbanos que necessitam de regularização fundiária por não possuírem registro imobiliário, aprovação municipal, averbação municipal, quando o projeto é diverso do aprovado ou quando os ocupantes da área não possuem a titulação.

No município de Palmas, existem as moradias irregulares de alta renda, formadas principalmente por condomínios ou chácaras que entram no plano diretor de maneira clandestina por conta de beneficiários que receberam posse precária de propriedades e realizaram o parcelamento e alienação destes “pedaços” de terra, se consolidando, atualmente, por exemplo, como condomínio fechado de chácaras. Em contrapartida, as de baixa renda, conhecidas como favelas, são os assentamentos informais urbanos, dotados de moradias irregulares e até mesmo ilegais habitados massivamente pela população pobre. Estes imóveis não possuem qualquer segurança jurídica ou infraestrutura básica.

O único meio para fornecer dignidade e qualidade de vida a esses habitantes é através da intervenção pública por meio da regularização fundiária. Entre os benefícios da regularização, estão: a segurança da posse ao beneficiário por meio da titulação, o fornecimento e acesso a serviços públicos essenciais, a possibilidade de financiamentos habitacionais, a inclusão destas áreas no plano diretor da cidade e a obtenção de um endereço formal (NALINI; LEVY, 2014).

Dentre os principais instrumentos de regularização, destacam-se: as Zonas Especiais de Interesse Social - ZEIS; Regularização Fundiária Urbana - REURB; Demarcação Urbanística; Legitimação de Posse e Legitimação Fundiária; Desapropriação por Interesse Social.

No âmbito municipal, a LC Nº 378/2017 instituiu o Programa de Regularização Fundiária Sustentável no Município de Palmas com a finalidade de regular os assentamentos já consolidados na capital, nos moldes do art. 100 da LC Municipal nº 155/2007 e com semelhança a Lei 11.977/2009. A LC traz um padrão urbanístico próprio para o assentamento, favorecendo a fixação da população de baixa renda em áreas de interesse social. A LC prevê a implantação de ZEIS e, em rol taxativo, fornece quatro instrumentos para a regularização fundiária: o primeiro é a concessão do direito Real de Uso; o segundo instrumento é a venda ao ocupante do imóvel; o terceiro é a doação de bens imóveis que se enquadrem como dominicais; o quarto instrumento é a concessão de uso especial para fins de moradia. Desde que os assentamentos tenham sido consolidados até o ano de 2018.

A Lei da Reurb (13.465/2017) só permite regularizações de acordo com a ordem urbanística e só deve acontecer depois da aprovação, pelo Município, de um projeto urbanístico específico para cada assentamento no caso da Reurb-S, podendo implicar em adequações, como a desocupação de áreas de risco, abertura de áreas livres de lazer, alargamento de vias para, saneamento básico, água

potável, esgoto, coleta de lixo e instalação de equipamentos comunitários, como escolas e postos de saúde (SANTIN; COMIRAN, 2018).

Incube ao município definir a modalidade do procedimento, de acordo com os requisitos de renda, podendo o processo ser arcado financeiramente pela prefeitura ou pelo proprietário: a Regularização de Interesse Social (Reurb-S), assentamentos ocupados predominantemente pela população de baixa renda; a Regularização de Interesse Específico (Reurb-E), em casos que não se enquadram como baixa renda. A modalidade de regularização fundiária de interesse social (Reurb-S) requer o cumprimento de ao menos um dos seguintes requisitos: ocupação mansa e pacífica há pelo menos 05 anos ou localização em Zona Especial de Interesse Social (ZEIS) ou sendo áreas públicas, sejam declarados de interesse social para implantação de projetos de regularização fundiária de interesse social.

A Demarcação de Zona de Interesse Social (ZEIS) é um instrumento urbanístico de inclusão, no zoneamento das cidades, de terras destinadas à implantação de habitação de interesse social. Existem dois tipos de ZEIS: A primeira é as ZEIS de Regularização, que consiste na demarcação destas zonas em áreas já ocupadas por assentamentos informais ou com alguma forma de irregularidade, o objetivo é o reconhecimento de áreas já ocupadas por processos informais e sua integração definitiva na cidade com a construção de Habitações de Interesse Social (HIS). A segunda é chamada de ZEIS de Vazios, é a demarcação sobre áreas consideradas vazias, geralmente não construídas, subutilizadas ou não utilizadas, ou seja, podem estar edificadas, mas sem uso. O ideal é que já se encontrem em áreas urbanizadas, com a presença de infraestrutura, equipamentos e serviços públicos.

A LC nº 378/2017 que instituiu o Programa de Regularização Fundiária Sustentável no Município de Palmas, cuidou de destacar no Art. 2º, IX, a importância da ZEIS como instrumento que possibilita o estabelecimento de um padrão urbanístico próprio para o assentamento de pessoas de baixa renda em áreas de interesse social.

No município de Palmas existem assentamentos irregulares tanto na área urbana quanto na zona rural da capital. São alguns desses assentamentos: o loteamento Água Fria, o Setor Universitário, o assentamento Irmã Dulce, assentamento Irmã Dulce 2ª etapa, Setor União Sul, Setor Vista Alegre, Setor Novo Horizonte, Jardim Taquari, Córrego Machado e Taquaruçu 2ª Etapa. Segundo a Prefeitura algumas áreas já concluíram o processo de regularização como assentamento Canaã e Santo Amaro. Essas áreas e localizam dentro de ZEIS, conforme previsto no Plano Diretor Participativo do Município de Palmas.

Segundo Vianna (2016), Palmas possui áreas periféricas precárias ocupadas pela população de baixa renda, estas áreas contam com um consolidado adensamento urbano, porém sem qualquer tipo de infraestrutura ou regularidade capaz de suprir as necessidades básicas do cidadão, enquanto os vazios urbanos da cidade continuam a serviço da especulação.

Diante da problemática situação, a capital se depara com a dificuldade de realizar o procedimento regularizatório, justamente pela ausência de bens imóveis aptos para a realização

de tal procedimento no seu domínio patrimonial, já que a massiva parte dos imóveis públicos da capital é da esfera Estadual. O Município de Palmas enfrenta desde o gênesis a supressão de sua autonomia concernente à urbanização do perímetro urbano, regada ao prematuro rompimento do plano diretor pelo Governo Estadual através das políticas de ocupação do solo urbano.

Como mencionado, o processo de urbanização da capital contou com uma conjuntura de ações do Governo Estadual para a promoção do espraiamento urbano. Tais manobras causaram o problema que se arrasta desde o nascimento da Capital, ou seja, a enorme área vazia dentro do plano e o crescimento das regiões favelizadas. Solucionar o impasse é um dilema, em virtude dos regramentos urbanísticos atribuírem a competência ao município para a execução de políticas de desenvolvimento do ordenamento territorial em contrapartida da irrisória indisponibilidade de imóveis pelo município de Palmas e a indisponibilidade financeira (CHAVES, 2012).

Para efetivar as diretrizes constitucionais do direito à moradia, o poder público municipal pode se valer do instrumentos de desapropriação de imóveis públicos com a finalidade de uso em programas habitacionais de interesse público.

Por força do Decreto-Lei nº 3.365/41, existe a possibilidade por meio de autorização legislativa de desapropriação de bens do domínio dos Estados, Municípios, Distrito Federal motivados por interesse público, desde que realizada respeitando a ordem hierárquica entre os entes federativos. No caso das propriedades estaduais localizadas no município de Palmas, a desapropriação só poderá ser instrumentalizada pela União. “Trata-se de previsão que rechaça qualquer tentativa do Município de Palmas de desapropriar os imóveis do Estado do Tocantins, bens dominicais, sob a declaração de utilidade pública” (CHAVES, 2012, p.132).

Contra o Estado, a única medida de desapropriação cabível é a por interesse social, com respaldo na Lei 4.131/62 e no art. 5º, XXIV da Constituição, pois as demais modalidades não podem ser aplicadas em desfavor do Estado em virtude da imunidade tributária do ente federativo. Contudo, somente a União pode fazê-la, nos moldes do art. 22, II, da Constituição. A única possibilidade de efetivar as garantias constitucionais e promover a função social da propriedade de uso dominical do Estado do Tocantins é o Estado atuar de forma solidária, juntamente com o Município de Palmas no processo de regularização das áreas favelizadas.

Segundo dados da prefeitura de Palmas (2015) e da Companhia Imobiliária do Tocantins - TERRATINS (CARVALHO, 2020), Palmas possui aproximadamente 128 áreas públicas municipais ocupadas por assentamentos precários. Existem também em Palmas 43 loteamentos irregulares, sendo 36 fora do perímetro urbano. Dos 7 loteamentos localizados no perímetro urbano, 3 estão em processo de regularização. São eles Irmã Dulce 1ª Etapa, Irmã Dulce 2ª Etapa, União Sul 2ª Etapa. E dois já concluíram o processo de regularização realizado pela prefeitura, são eles: o Setor Canaã e o Setor Santo Amaro. Os três primeiros ainda estão sendo regularizados pelo Governo de Estado de Tocantins e pela Prefeitura de Palmas.

Conforme a TERRATINS, os núcleos urbanos informais em Palmas, em sua grande maioria estão

sob o domínio do Estado do Tocantins, alguns destes já se encontram em processo de regularização fundiária, por conta da ação conjunta do Estado e Município nos moldes do decreto Municipal nº 1.477/2017. É o caso do Loteamento De Chácaras Irmã Dulce 1ª etapa: contendo 66 chácaras, sendo 19 de propriedade do Estado do Tocantins e 47 de terceiros, abriga aproximadamente 950 famílias; do Loteamento Lago Norte: de domínio parte particular e parte estadual, estando hoje ocupada com aproximadamente 700 famílias; do Loteamento de Chácaras Taquarussú 2ª etapa: contendo 34 chácaras, sendo 11 áreas do Estado, 21 de terceiros e 01 do Município de Palmas, com aproximadamente 200 famílias. Acrescenta-se a essa lista o Loteamento De Chácaras União Sul, de propriedade integralmente particular.

A regulação dessas áreas ficou facilitada desde a entrada em vigor da Lei Complementar nº 378, a lei dividiu o estado em sete regiões para as quais estabeleceram-se um termo de cooperação com os municípios, auxiliando com todo o aparelhamento jurídico e técnicos necessários. A inovação legislativa colabora com a titulação dos imóveis dos núcleos urbanos informais, bem como a convalidação de títulos anteriores para posterior registro. Essas ações reforçam a segurança jurídica e permite o fornecimento de uma série de recursos aos habitantes.

No Jardim Taquari, que abriga em torno de 3.849 famílias, o Estado juntamente com o Município firmou um acordo judicial com o proprietário dos 3.575 lotes da área, via dação em pagamento. O processo está em fase final de conclusão. A negociação com o proprietário dos 274 lotes remanescentes ainda não foi finalizada, motivo pelo qual não se iniciou o processo de regularização fundiária do Jardim Taquari.

Na zona rural, os loteamentos Água Fria, Shalon, Fumaça, de propriedade exclusiva do Estado, bem como o Loteamento de chácaras Irmã Dulce 2ª etapa, ainda não iniciaram o processo de regularização. Na zona urbana com problemas fundiários são as seguintes quadras: ARSO 74 – Vila Militar do Exército Brasileiro com 65 lotes; ARSO 75 – Vila Militar da Marinha do Brasil com 314 lotes; parte das quadras: ARSO 101 com 23 lotes; ARSO 102 com 347 lotes; ARSO 112 com 352 lotes; ARSO 103 com 371 lotes; ARSE 62, HM 01, LOTE 01, HM 02, LOTE 01, HM 06, LOTE 01, HM 07, LOTES 01 e 02 e HM 10, LOTE 01 que abriga 135 famílias. O loteamento Santa Fé, a Chácara nº 52 do loteamento Taquarussú e o loteamento Belo Horizonte, também núcleos urbanos informais, são áreas de domínio de particular. Nessas propriedades, o município deve atuar no processo de regularização fundiária sem que haja a necessidade do ente Estadual.

Materializadas desde o início de sua construção, as dificuldades encontradas pelo município de Palmas para a realização da regularização fundiária está na questão financeira e na indisponibilidade de imóveis (CHAVES, 2012).

Essa dificuldade reforça a necessária interferência estadual, principalmente devido à competência exclusiva atribuída pela Constituição da República para intervir no município que descumpra a política de desenvolvimento urbano, estabelecida no art. 182 da Constituição. São dificuldades encontradas pelo município de Palmas para a realização do processo de são de ordem

financeira e de indisponibilidade de lotes para realizar tanto a desafetação quanto a Dação em Pagamento. De acordo com a TERRATINS, o município só possui sobre seu domínio os loteamentos irregulares: Setor Machado Oeste e Setor Saramandaia. Isso reforça que a maioria das regiões favelizadas do município estão sob o domínio do Estado, além da massiva quantidade de imóveis dominicais espalhados pela capital que não possuem qualquer função dentro da administração pública Estadual.

Destarte, embora a desapropriação de interesse social se vincule ao instituto da supremacia do interesse público, há limitações de competência, essas limitações protelam ainda mais a aplicação do procedimento de regularização fundiária. A inércia Estadual tanto na promoção, fiscalização e principalmente no cumprimento da função social da cidade, complica e dificulta a resolução da problemática. Esse desleixo por parte do Poder Público “estimula, assim, a especulação e fomenta a produção de espaços vazios dentro das cidades, incapaz de resolver o problema da habitação, empurra a maioria da população para as periferias; e empobrece ainda mais os pobres” (SANTOS, 2005, p, 123).

Além da desapropriação, a administração pública (União, Estado e Município) também pode realizar a doação de imóveis públicos, respaldada nos termos do art. 538 e seguintes do Código Civil, por meio de prévia avaliação legislativa. No caso de doação de imóveis para a regularização fundiária de interesse social é dispensada a licitação pertinente ao instituto jurídico. Em caso de descumprimento da finalidade do imóvel que motivou a doação, há a possibilidade de reversão do bem para a Administração Pública.

O benefício da solução da problemática não será apenas para o ocupante da área, já que um dos maiores interessados na regularização fundiária das áreas irregulares é o próprio estado, pois não tem condições de realizar a retirada das inúmeras famílias que habitam os núcleos informais já consolidados, restando como única medida a regulação dessas áreas.

## 5 CONCLUSÃO

A busca pela melhoria na qualidade de vida reflete na vida do homem e também na sociedade em que ele se encontra inserido. A intensa migração do campo para os centros urbanos impactou diretamente na maneira como a cidade se organizava. A promulgação de 1988 e a criação do estado do Tocantins resultaram na criação da capital planejada Palmas.

Uma das questões levantadas pela pesquisa é concernente ao processo de urbanização das cidades de um modo geral e de modo particular da cidade de Palmas. Foi verificado que esse processo de ocupação do solo da capital se concretizou distante do que foi estabelecido no Plano Básico pelo GRUPOQUATRO. A principal causa está condicionada à questão econômica, pois para realizar o processo de implantação da infraestrutura necessária de serviços públicos e de acomodação dos servidores utilizou-se de diversos desdobramentos por parte do Governo Estadual utilizando,

principalmente, as terras desapropriadas como moeda de troca por serviços, assim como vendendo as propriedades para angariar recursos para a máquina pública.

No decorrer dos anos, a capital contava com vazios urbanos na região central e a massiva parte da população de baixa renda, edificavam moradia em áreas irregulares e fora do plano diretor. Com o espraiamento da mancha urbana pelo perímetro da capital, logo surgiram as primeiras áreas favelizadas de Palmas. As favelas são a própria personificação do descumprimento do direito constitucional à moradia pelos entes federativos.

Como visto incumbe tanto a União, quanto aos Estados e Municípios fomentar os programas habitacionais por meio dos programas habitacionais. Contudo, quando estes núcleos urbanos já se encontram consolidados não há alternativa se não a promoção da regularização dessas áreas pelo município que, por força constitucional, possui a competência para tal feito.

Há diversos mecanismos jurídicos que possibilitam ao Poder Público Municipal a realização da regularização fundiária das áreas favelizadas, como a doação de imóveis e a desapropriação, ambos de interesse social. O problema enfrentado pela capital reside exatamente na impossibilidade de execução do procedimento pela ausência de recursos financeiros para subsidiar o processo bem como da pequena quantidade de imóveis sob seu domínio, quase que insuficientes se comparados com a dimensão das regiões que necessitam de ser regularizadas.

Para que haja a condição digna de moradia, o Estado do Tocantins munido de sua competência constitucional para promover as diretrizes urbanas e de fiscalização da aplicação pelos municípios, deve continuar auxiliando o município nesses processos, como já ocorreu com os Setores Canaã e Santo Amaro, parceria entre o estado e município que possibilitou a titulação dos imóveis aos seus moradores. Mas para solucionar o problema é necessário maior empenho por parte do estado no processo de Regularização fundiária de Interesse Social junto ao município, principalmente por ser ele o detentor de grandes propriedades dentro do município.

## REFERÊNCIAS

BAZOLLI, João Aparecido. Dispersão urbana e instrumentos de gestão: dilemas do poder local e da sociedade em Palmas/TO. Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais: 2012; p. 336. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/15956/1/d.pdf>> Acesso em: 30 Abr. 2020.

BESSA, Kelly; OLIVEIRA, Claudia Fernanda Pimentel de. Ordem e desordem no processo de implantação de Palmas: a capital projetada do Tocantins. Revista Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 21, n. 2, p. 497-517, agosto. 2017. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/117161>>. Acesso em: 07 mai. 2020.

BRITO, Eliseu Pereira de. Planejamento, especulação e ocupação fragmentada em Palmas. Caminhos da Geografia, Uberlândia, v. 11, n. 34, p. 93-104, nov. 2010. Disponível em: <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.htm>>. Acesso em: 15 mai. 2020.



BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso em: 15 abr. 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. Regularização Fundiária Urbana: como aplicar a Lei Federal nº 11.977/2009 – Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação e Secretaria Nacional de Programas Urbanos. Brasília, 2010. Disponível em: <[https://www.apadep.org.br/wp-content/uploads/2019/09/regularizacao-fundiaria-urbana\\_como-aplicar-a-lei-federal.pdf](https://www.apadep.org.br/wp-content/uploads/2019/09/regularizacao-fundiaria-urbana_como-aplicar-a-lei-federal.pdf)>. Acesso em: 08 mai. 2020.

CARVALHO FILHO, José Rodrigues de. Núcleos urbanos irregulares de Palmas -TO. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <nathaliagc@hotmail.com>. Acesso em: 27 mai. 2020.

CHAVES, Fábio Barbosa. A formação urbana do município de Palmas (1989 2012) e o direito de moradia. 2012. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, GOIÂNIA, 2012. Disponível em: <<http://tede2.pucgoias.edu.br:8080/bitstream/tede/2646/1/FABIO%20BARBOSA%20CHAVES.pdf>> Acesso em: 02 mai. 2020.

COCOZZA, Glauco de Paula. Paisagem e urbanidade: os limites do projeto urbano na conformação de lugares em palmas. 2007. 253 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em:<<https://drive.google.com/drive/folders/0B56OVgynvObYc2tFX1VCbnRpT1k>>. Acesso em: 8 mai. 2020.

COTELO, Fernando Cardoso; RODRIGUES, Juciano Martins. Favela e periferia como espaços de pobreza: estudo sobre a configuração urbana de metrópoles brasileiras. In: XI Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, 2011, Natal. Anais do IX ENABER, 2011. Disponível em: <<https://www.anpec.org.br/encontro/2011/inscricao/arquivos/000-fc7308246dab129c326a470798186d24.pdf>>. Acesso em: 01 mai. 2020.

CUNHA, Michely Freire Fonseca. Manual de regularização fundiária urbana – REURB. Salvador: Editora JusPODIVM, 2019.

FAVELA. In: Michaelis Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Disponível em <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/favela/>> Acesso em: 23 mar. 2020.

GRUPO QUATRO. Projeto da capital do estado do Tocantins. Palmas, 1989. Disponível em: <[https://drive.google.com/drive/folders/0BxbwT9W\\_G8LvdGpoZzYxb05Sa0k](https://drive.google.com/drive/folders/0BxbwT9W_G8LvdGpoZzYxb05Sa0k)>. Acesso em: 25 abr. 2020

IBGE. SIDRA. Sistema IBGE de Recuperação Automática. População nos Censos Demográficos por situação do domicílio. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1288#/n1/all/v/1000606/p/1950,2010/c1/allxt/d/v1000606%202/l/v,p+c1,t/resultado>>. Acesso em: 30 mai. 2020.

JÚNIOR, Nelson Saule; RODRIGUEZ, Maria Elena. Direito à Moradia. In: LIMA JÚNIOR, Jayme Benvenuto; ZETTERSTRÖM, Lena (Org.). Extrema Pobreza no Brasil: a situação do direito à alimentação e moradia adequada. SP: Loyola, 2002, p. 109-160. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=Zwgg9yQ9ZUgC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>>.

Acesso em 12 mai. 2020.

NALINI, José Renato; LEVY, Wilson. Regularização Fundiária. 2. ed. Rio de Janeiro: Gen - Editora Forense, 2014. v. 1. 477p.

NASCIMENTO, Júnio Batista do. Tocantins: história e geografia. Goiânia: Bandeirante, 2009.

OLIVEIRA, Celso Maran de; LOPES, Dulce; SOUSA, Isabel Cristina Nunes de. Direito à participação nas políticas urbanísticas: avanços após 15 anos de estatuto da cidade. [s. l.], 2018. Disponível em: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.8777839F&lang=pt-br&site=eds-live&scope=site>>. Acesso em: 12 set. 2019.

OLIVEN, Ruben George. Urbanização e mudança social no Brasil [online]. Rio de Janeiro: Centro Edelstein, 2010. 146 p. ISBN 978-85-7982-001-4. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/z439n/pdf/oliven-9788579820014.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2019.

PALMAS. Plano de ação Palmas sustentável. Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis (ICES) Brasil, Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), Caixa Econômica Federal, Instituto Pólis, Prefeitura Municipal de Palmas-TO, 2015. Disponível em: <<https://drive.google.com/drive/folders/1rB2GUnPYgzLn0-CVfaDoyTOgVNfcmjsQ>>. Acesso em: 11 mai. 2020.

SANTIN, Janaína Rigo; COMIRAN, Rafaela. Direito urbanístico e regularização fundiária / Urban law and environmental regularization. Revista de Direito da Cidade, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 1595-1621, ago. 2018. ISSN 2317-7721. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/view/32734>>. Acesso em: 28 abr. 2020.

SANTOS, Milton. A urbanização brasileira. São Paulo: Editora Hucitec, 2005 (Coleção estudos urbanos).

SILVA, José Afonso da. Direito Urbanístico Brasileiro. 2. ed. rev. At. 2ª tiragem. São Paulo malheiros. Editores, 1997, 421p.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. Capitalismo e urbanização. 11. ed. São Paulo: Contexto, 2001. 80 p.

TEIXEIRA, Luís Fernando Cruvinel. A formação de Palmas. Dossiê cidades planejadas na Hinterlândia. Revista UFG: Junho. Ano XI, nº 6, 2009; p. 91-99 Disponível em: <[http://www.proec.ufg.br/revista\\_ufg/junho2009/Palmas.pdf](http://www.proec.ufg.br/revista_ufg/junho2009/Palmas.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2019.

VALLADARES, Lícia. A gênese da favela carioca. A produção anterior às ciências sociais. Revista brasileira de Ciências Sociais, São Paulo, v. 15, n. 44, p. 05-34, out. 2000. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-69092000000300001&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-69092000000300001&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 06 mai. 2020.

VIANNA, Leandro Finelli Horta. O direito à moradia como um direito humano: mecanismos de efetivação da função social da Propriedade no município de Palmas - Tocantins. Palmas, TO. 2016. Disponível em: <<http://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/115>>. Acesso em: 24 ago. 2019.

# CRIMES CIBERNÉTICOS: A APLICAÇÃO DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA AOS CRIMES VIRTUAIS PRATICADOS EM PALMAS – TO

Victor Castro Silva<sup>1</sup>  
Igor de Andrade Barbosa<sup>2</sup>

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo compreender a aplicação da legislação brasileira aos casos de crimes virtuais ocorridos em Palmas – TO. Com o avanço tecnológico, a sociedade contemporânea está cada vez mais conectada ao mundo virtual, haja vista que, com o advento da internet, mudou-se a forma de realizar algumas atividades do cotidiano das pessoas, como por exemplo: se comunicar, fazer compras, se relacionar, entre outras. Mas, junto com todas as melhorias trazidas pela internet, passou a surgir também, novos crimes, estes agora, praticados de forma virtual através da rede mundial de computadores. Diante disso, pergunta-se: de que maneira a legislação brasileira está sendo aplicada aos crimes cibernéticos? Para responder a essa indagação, o presente trabalho abordará temas como: a síntese histórica do computador e da internet, assim como também, a definição de crimes virtuais e crimes cibernéticos e também, a legislação pertinente aos crimes cibernéticos. Serão abordadas, também, as mudanças no combate aos crimes virtuais após a promulgação das leis 12.737 de 2012 e 12.735 de 2012.

**Palavras – Chave:** Internet. Leis. Tecnologia.

## ABSTRACT

*This paper's aims is to understand the application of Brazilian law to the cases of virtual crimes in Palmas - TO. With technological advancement in contemporary society, its increasingly connected to the virtual world, considering that, with the advent of the internet, the way of carrying out some daily actives of people has changed, such as: communicating, shopping, relate, among others. But, along with all the improvements brought by the internet, new crimes have come to light, these now, being practiced virtually through the world wide web. Therefore, we ask: how is brazilian law being applied to cyber crimes? To answer this question, the present work will address topics such as: the historical synthesis of the computer and the internet, as well as the definition of cyber and cyber crimes, as well as the pertinent legislation for cyber crimes. They will also be discussed the changes in the fight against cybercrime following the enactment of laws 12.737 of 2012 and 12.735 of 2012.*

**Keywords:** Internet. Laws. Technology.

## 1 INTRODUÇÃO

A internet, a rede mundial de computadores, é uma das principais responsáveis pela globalização e, sem dúvida, é a ferramenta mais utilizada pela sociedade contemporânea. Com o avanço tecnológico e o advento da internet, foi possível fazer coisas extraordinárias, como por

1 Bacharel em Direito pelo Centro Universitário Católica do Tocantins. E-mail: v.castro1790@hotmail.com

2 Professor do curso de Direito do Centro Universitário Católica do Tocantins – E-mail: igor.barobsa@catolica-to.edu.br

exemplo, a troca de informações intercontinentais de forma instantânea. Atualmente, é quase improvável que uma pessoa com discernimento afirme não ter nenhum contato com o mundo virtual.

Segundo Gomes (2018), em 2018, o Brasil terminou o ano com um número de aproximadamente 116 milhões de pessoas com acesso à rede mundial de computadores. Isso equivale a 64,7% de todas as pessoas acima dos 10 anos de idade. Logo, nota-se que a maior parte da população tem uma grande facilidade em ter acesso à internet, seja para trabalhar, fazer compras, trocar informações ou até mesmo para o próprio lazer.

De acordo com Machado (2014), no ano de 2011, os sistemas computacionais no Brasil chegaram a ter quase o triplo de ataques, se comparado com o ano de 2012. Em 2012, foram registrados um total de 399.515 (trezentos e noventa e nove mil e quinhentos e quinze) problemas referentes a vírus, tentativas de fraude ou códigos maliciosos, enquanto no ano de 2010, esses números eram de apenas 142.844 (cento e quarenta e dois mil e oitocentos e quarenta e quatro) registros.

Diante disso, é evidente que a internet trouxe inúmeras melhorias para a sociedade, mas junto com os benefícios, vieram os malefícios. Com as facilidades proporcionadas pela internet, surgiram diversos crimes virtuais. Os criminosos se aproveitam do anonimato que a internet lhes proporciona, para praticar os mais variados tipos de condutas delituosas.

O Código Penal vigente no Brasil é de 1940 e precisa ser atualizado, já que condutas que antes eram justas, hoje já não são mais e as condutas que hoje são justas, futuramente não serão. Sendo assim, é necessário que o Direito trate de tipificar e punir de forma efetiva os crimes praticados de forma virtual, com o auxílio da internet. O Direito é uma ciência social evolutiva e tem como obrigação acompanhar a evolução da sociedade da qual tutela os bens jurídicos dos cidadãos.

Portanto, ao mesmo tempo que internet revolucionou a vida das pessoas, serviu também, para mostrar a enorme fragilidade frente à tecnologia que hoje lhes é oferecida.

Quanto às ocorrências de crimes cibernéticos, o Estado do Tocantins também apresenta um grande número de casos. Segundo a TV Anhanguera (2019), em um ranking contendo todos os crimes virtuais praticados no Estado do Tocantins, o estelionato virtual aparece em primeiro lugar como o crime virtual com mais ocorrências, com 223 registros, de acordo com informações da Polícia Civil. Nesse ranking está também, o furto qualificado com abuso de confiança, em segundo lugar, com 67 ocorrências; os crimes contra a honra, como injúria e difamação aparecem em terceiro lugar, com 58 casos registrados.

Nessa perspectiva, diante da evolução da tecnologia, do uso essencial da internet pela sociedade e dos crimes praticados através dela sem que haja a devida punição aos autores desses delitos, faz-se necessário observar de que maneira é feito o combate a essas condutas ilícitas. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo compreender a aplicação da legislação brasileira aos casos de crimes virtuais ocorridos em Palmas – TO.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo foi realizado por meio de método dedutivo, pois abordou diversos casos através de estudos já realizados, com o intuito de se chegar a uma conclusão lógica. Em relação à natureza da pesquisa, considera-se uma pesquisa básica, pois teve como objetivo, melhorar e enriquecer as teorias científicas a respeito do tema abordado. A pesquisa é de cunho bibliográfico com o auxílio de livros, artigos, periódicos, monografias e leis.

De acordo com o objetivo abordado no artigo, considera-se um estudo descritivo e explicativo, pois foi realizado um levantamento sobre os casos de crimes virtuais ocorridos em Palmas – TO. Foi realizada uma análise qualitativa a respeito de como é a aplicabilidade da legislação brasileira frente aos crimes virtuais praticados em Palmas – TO.

Este estudo utilizou como embasamento algumas leis, tais como: Constituição Federal de 1988; Código Penal Brasileiro (Decreto – Lei Nº 2.848, de 07 de dezembro de 1940); Lei 12.737 de 2012 e Lei 12.735 de 2012 (leis estaduais). Visando a melhor compreensão do tema, foram realizadas visitas *in loco* à Delegacia de Repressão a Crimes Cibernético (DRCC) de Palmas, localizada no **complexo II** de Delegacias Especializadas - Avenida Teotônio Segurado, Quadra. 202 Sul, Conj. I, Lote: 04, Plano Diretor Sul, Palmas - TO.

São abordados, portanto, os principais casos de crimes cibernéticos praticados na cidade de Palmas após a publicação da Lei 12.737 de 2012, popularmente conhecida como Lei Carolina Dieckmann, tais como: crimes contra a honra (injúria e difamação), estelionato virtual, furto de dados, compartilhamento de fotos íntimas, entre outros.

## 3 DESENVOLVIMENTO

### 3.1 SÍNTESE HISTÓRICA DO COMPUTADOR

O computador é um aparelho eletrônico que produz, envia, recebe e armazena informações de maneira prática e automática. Durante a segunda metade do século XX e agora XXI, essa ferramenta eletrônica tem evoluído juntamente com a sociedade, de forma até bem mais rápida! Com isso, o número de computadores usados em todo o mundo só tem crescido, tendo em vista que o computador se tornou algo comum do cotidiano de toda a sociedade.

Segundo Diana (2019), a palavra computador significa calcular e, tendo em vista que a palavra vem do verbo “computar”, nesse passo é possível inferir que a necessidade do homem em calcular deu ensejo a criação de uma ferramenta rudimentar, o “ábaco”, instrumento de origem chinesa criado o século V a.c., uma das primeiras máquinas de contar. Neste contexto, é límpido deduzir que, baseado nas necessidades do homem, foi possível alcançar a tecnologia atual que a humanidade

utiliza no computador.

Com o passar do tempo, acompanhando diversas áreas da matemática, como por exemplo, a engenharia, o computador foi se aperfeiçoando e sofrendo várias transformações até se tornar o que conhecemos hoje. Ainda de acordo com Diana (2019), a história do computador está basicamente dividida em quatro períodos: Primeira Geração (de 1951 a 1959), Segunda Geração (de 1959 a 1965), Terceira Geração (de 1965 a 1975) e Quarta Geração (de 1975 até os dias atuais). Sendo:

**Primeira Geração (1951-1959):**

Os computadores de primeira geração funcionavam por meio de circuitos e válvulas eletrônicas. Possuíam o uso restrito, além de serem imensos e consumirem muita energia.

**Segunda Geração (1959-1965):**

Ainda com dimensões muito grandes, os computadores da segunda geração funcionavam por meio de transistores, os quais substituíram as válvulas que eram maiores e mais lentas. Nesse período já começam a se espalhar o uso comercial.

**Terceira Geração (1965-1975):**

Os computadores da terceira geração funcionavam por circuitos integrados. Esses substituíram os transistores e já apresentavam uma dimensão menor e maior capacidade de processamento. Foi nesse período que os chips foram criados e a utilização de computadores pessoais começou.

**Quarta Geração (1975-até os dias atuais):**

Com o desenvolvimento da tecnologia da informação, os computadores diminuem de tamanho, aumentam a velocidade e capacidade de processamento de dados. São incluídos os microprocessadores com gasto cada vez menor de energia. Nesse período, mais precisamente a partir da década de 90, há uma grande expansão dos computadores pessoais. Além disso, surgem os softwares integrados e a partir da virada do milênio, começam a surgir os computadores de mão. Ou seja, os smartphones, iPod, iPad e tablets, que incluem conexão móvel com navegação na web. (DIANA, 2019, p. 01)

Verifica-se que os computadores atuais integram e permanecem na quarta geração. Observando este contexto, percebe-se que, anteriormente, a evolução dessas máquinas se dava de forma mais lenta, o que é contrário ao que ocorre nos dias atuais, pois, o que antes demorava anos para se desenvolver, hoje evolui em meses, semanas ou até mesmo em horas. Com a sociedade não é diferente, tendo em vista que com o passar do tempo a sociedade tem se desenvolvido de forma cada vez mais rápida.

O primeiro computador do mundo é chamado ENIAC (*Eletronic Numerical Integrator and Computer*), ou traduzido para o português, Computador e Integrador Numérico Eletrônico, construído entre os anos de 1943 e 1946. Conforme HD Store (2018, p. 01):

O conjunto inteiro que formava o computador ocupava uma área de 180m<sup>2</sup>, praticamente o dobro de um apartamento médio no Brasil. O Eniac funcionava por meio de 70 mil resistores e 18 mil válvulas e precisava de 200 mil watts de energia para funcionar. Construído entre 1943 e 1946, período final da guerra, ele só foi ligado um ano depois. O processamento de dados era feito através de cartões perfurados manuseados por funcionárias do exército, reconhecidas hoje como as primeiras programadoras da história. Apesar de não possuir armazenamento e ter sido superado em poder em pouco tempo, o Eniac, em seu tempo de vida, conseguiu realizar mais cálculos do que a humanidade em toda a sua história anterior àquele ponto. Esse é o tipo de dado que revela o poder da informática e como essa primeira

máquina se tornou o início de uma revolução universal para a nossa espécie (HD STORE, 2018. P.01).

### 3.2 SÍNTESE HISTÓRICA DA INTERNET

A internet foi criada durante a Guerra Fria<sup>3</sup> (1945 – 1991), mais precisamente, no ano de 1969, nos Estados Unidos. Na época, o mundo estava vivendo o apogeu da Guerra Fria, em que as duas principais grades potências, EUA e União Soviética, disputavam por hegemonia e poder.

Quando da sua criação, a internet tinha o nome de Arpanet (*Advanced Research Projects Agency Network*). Temendo ataques dos inimigos e com o intuito de facilitar e de garantir a troca de informações entre cientistas e militares, a internet (Arpanet) foi desenvolvida pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, por um professor da Universidade da Califórnia, sendo este, o responsável por enviar o primeiro E-mail da história.

Inicialmente, o uso da internet era restrito e apenas os Estados Unidos possuía acesso, passando a se expandir no ano de 1982 para outros países como a Suécia e a Holanda. Somente no ano de 1987, pela primeira vez, nos Estados Unidos, a internet foi liberada para uso comercial. De acordo com Silva (2001, p. 01):

Em 1992, começaram a surgir diversas empresas provedoras de acesso à internet naquele país. No mesmo ano, o Laboratório Europeu de Física de Partículas (Cern) inventou a World Wide Web, que começou a ser utilizada para colocar informações ao alcance de qualquer usuário da internet. Desde então, a difusão da rede foi enorme. Hoje, a internet tem mais de 250 milhões de usuários em todo o mundo (SILVA, p. 01).

Mas, só foi a partir da década de 1990, com o surgimento de novos navegadores, como por exemplo: Mozilla Firefox, Google Chrome, Internet Explorer, Opera, entre outros, que a internet se propagou por todo o mundo, aumentando o número de usuários. Logo, surgiram também, um grande número de redes sociais, como: Orkut, MSN, Facebook e Twitter, chats e sites.

No ano de 1994, a internet passou a ser disponibilizada para o público em geral. No Brasil, a responsável pela comercialização foi a EMBRATEL, escolhendo cinco mil usuários para testar o serviço em caráter experimental, vindo a funcionar de forma definitiva somente no ano posterior (ARRUDA, 2011).

Mas, somente em 1996, até mesmo pela melhoria na qualidade dos serviços prestados, foi que a internet teve o seu maior avanço no Brasil, com um aumento significativo de usuários, assim como também, de provedores. A prova mais marcante desse avanço no Brasil veio no final deste mesmo ano, quando o cantor Gilberto Gil lançou sua música usando a internet, conversando com

<sup>3</sup> A Guerra Fria, que teve seu início logo após a Segunda Guerra Mundial (1945) e a extinção da União Soviética (1991), é a designação atribuída ao período histórico de disputas estratégicas e conflitos indiretos entre os Estados Unidos e a União Soviética, disputando a hegemonia política, econômica e militar no mundo.

internautas enquanto cantava uma versão acústica ao vivo (MULLER, 2018).

Diante de todo o exposto, há de observar o quão rápido evoluiu o computador e a internet, além de como mudou de forma significativa a vida de toda a população e alcançou desde os mais ricos aos com menores condições financeiras, isto porque, existem no mercado produtos tecnológicos com os mais variados preços.

### 3.3 CRIMES VIRTUAIS E CRIMES CIBERNÉTICOS

São muitas as denominações referentes aos crimes praticados no mundo virtual, dentre elas as mais comuns são: Crimes Virtuais ou Crimes Cibernéticos. Ainda não se chegou a um consenso sobre qual seria a melhor terminologia para a prática dos crimes relacionados à tecnologia.

Os atos ilícitos praticados no ambiente virtual, de acordo com Zuliani *et al.* (2012, p. 276), “são as ações antijurídicas realizadas por intermédio dos sistemas informáticos com o objetivo de causar danos ao sistema ou possibilitar a obtenção de uma vantagem econômica para o agente.”

Segundo Tavares; Reis (2014, p. 29), “crime de informática é aquele praticado com auxílio do sistema de informática ou contra, podendo ser compreendido aqueles crimes praticados contra o computador e também seus acessórios e os perpetrados através do computador.”

No mundo jurídico, existem alguns conceitos para ato ilícito. No Direito Penal, segundo Greco (2017, p. 451), ato ilícito é:

Illicitude, ou antijuridicidade, é a relação de antagonismo, de contrariedade entre a conduta do agente e o ordenamento jurídico. (...) Se a conduta típica do agente colidir com o ordenamento jurídico penal, diremos ser ela penalmente ilícita.

Tendo em vista que o Código Penal não trouxe uma definição clara sobre o que é crime, a doutrina tem procurado definir o conceito de ilícito penal sob três aspectos, sendo eles: aspecto formal, aspecto material ou substancial e aspecto analítico. (MIRABETE e FABBRINI, 2010).

Já para o Direito Civil, segundo o artigo 186 e 187 do Código Civil de 2002, tem-se ato ilícito quando:

Art. 186. Aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência ou imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete ato ilícito;  
Art. 187. Também comete ato ilícito o titular de um direito que, ao exercê-lo, excede manifestamente os limites impostos pelo seu fim econômico ou social, pela boa-fé ou pelos bons costumes.

Vale ressaltar que o ato ilícito civil se difere do ato ilícito penal, tendo em vista que, para que o ato ilícito penal ocorra, basta que o agente tenha uma conduta contrária ao que está disposto na Lei, causando com isso, uma lesão ou expondo a perigo, um bem jurídico tutelado pelo Direito Penal.

Por outro lado, para que ocorra o ilícito civil, o indivíduo tem que, além de praticar uma



conduta que viole direito alheio, causar um dano a quem teve o direito lesado. Importante saber que, ao agente que comete um ilícito penal, pode chegar a ter a sua liberdade privada, enquanto que no ilícito civil, o agente será obrigado a reparar o dano causado por ele.

Seguindo os ensinamentos de Hungria, nas palavras de Jesus (2015, p. 203), temos:

Não há diferença substancial ou ontológica entre ilícito penal e o civil. Em sua essência, não há diferença entre eles. A diferença é de natureza legal e extrínseca: o ilícito penal é um injusto sancionado com a pena; o civil é o injusto que produz sanções civis. Somente se atentando à natureza da sanção é que podemos determinar se nos encontramos em face de um ou de outro (JESUS, 2015, p. 203).

A legislação brasileira é vasta, no entanto, nota-se que ela necessita de uma legislação específica para tratar dos delitos praticados no ambiente virtual. É perceptível a carência de normas jurídicas que tornem eficaz o combate às condutas ilícitas praticadas no ciberespaço. Isso se dá pelo fato de que a internet, assim como muitos crimes praticados através dela, são respectivamente novos para o nosso ordenamento jurídico. (SOARES, 2016).

Portanto, nota-se que o crime cibernético é toda conduta típica, antijurídica e culpável, praticada no ambiente virtual através de um computador ligado à internet contra um sistema computacional, ainda que o computador seja um mero instrumento para a prática de crimes comuns, com o objetivo de obter vantagens pecuniárias ou de somente causar danos aos dispositivos informáticos.

Em se tratando dos autores dos delitos informáticos, nas nobres palavras de Vidal (2015, p. 07), temos:

Na informática existe usuários chamados “crackers” que visando diminuir a segurança dos computadores e, por consequência, da própria internet, observa-se a utilização de diversos mecanismos que se dispõem, sobretudo, ao compartilhamento de dados sem o consentimento do seu legítimo detentor, ou seja, invade os computadores com a finalidade de causar danos, de cometer ilícitos, de se aproveitar das falhas existentes no sistema para obter vantagem indevida (VIDAL, 2015, p. 07).

Ainda de acordo com Vidal (2015, p. 07), quanto aos métodos utilizados por esses indivíduos para invadir os sistemas de informática e os computadores, destaca:

a) Spamming – conduta de mensagens publicitárias por correio eletrônico para uma pequena parcela de usuários; b) Cookies – são arquivos de texto que são gravados no computador de forma a identificá-lo. Assim, o site obtém algumas informações, tais como quem está acessando o site, com que periodicidade o usuário retorna à página da web e outras informações almejadas pelo portal; c) Spywares – são programas espíões que enviam informações do computador do usuário para desconhecidos na rede; d) Hoaxes – são e-mails, na maioria das vezes com remetente de empresas importantes ou de órgãos governamentais, contendo mensagens falsas, induzindo o leitor a tomar atitudes prejudiciais a ele próprio; e) Sniffers – são programas espíões semelhantes ao spywares que são introduzidos no disco rígido e têm capacidade de interceptar e registrar o tráfego de pacotes na rede; f) Trojan horse ou cavalos de Troia – quando instalado no computador, o trojan libera uma porta de acesso ao computador para uma possível invasão. O cracker pode

obter informações de arquivos, descobrir senhas, introduzir novos programas, formatar o disco rígido, ver a tela e até ouvir a voz, caso o computador tenha um microfone instalado. Como boa parte dos micros é dotada de microfones ou câmeras de áudio e vídeo, o trojan permite fazer escuta clandestina, o que é bastante utilizado entre os criminosos que visam à captura de segredos industriais; e g) Keyloggers é uma forma de spyware que registra cada batida no teclado ou outra atividade num sistema.

Os crimes cibernéticos abrangem os mais variados tipos de condutas delitivas, podendo ser eles classificados como Crimes Virtuais Puros ou Próprios e Crimes Virtuais Impuros ou Impróprios.

Nos Crimes Virtuais Puros, o dano é causado ao computador, ou seja, o agente visa causar um prejuízo material ao aparelho eletrônico. Então, nesta ocasião, o dano é causado através de um computador e seus acessórios, tendo como alvo, outro aparelho eletrônico ou seus acessórios, como por exemplo, a instalação de vírus e o embaraçamento de sistemas.

Já nos Crimes Virtuais Impuros, o aparelho eletrônico é apenas uma ferramenta utilizada pelo autor do fato delitivo para consumir um dano causado no mundo físico, ou seja, lesando ou ameaçando bens distintos da informática. Neste caso, os crimes impuros são delitos comuns praticados com o auxílio do computador.

Podemos listar alguns dos principais Crimes Virtuais Puros: sabotagem do sistema, contaminação por vírus, destruição ou modificação de conteúdo do banco de dados, interceptação de E-mail, entre outros.

Segundo Vidal (2015, p. 09), os principais Crimes Virtuais Impuros são:

a) estelionato: a conduta do agente será de induzir ou manter a vítima em erro, e com isso, obtendo vantagem ilícita, para si ou para outrem. (...), b) insultos: (...) Artigo 140 do Código Penal, que pune “a injúria que ofende a dignidade ou decoro”; c) calúnia: (...) enquadrado no Artigo 138 do Código Penal; d) difamação: (...) Artigo 139 do Código Penal; e) divulgação de segredo: (...) Artigo 153 do Código Penal; f) escárnio por motivo de religião: (...) Artigo 208 do Código Penal; g) favorecimento da prostituição: Artigo 228 do Código Penal; h) ato obsceno: Artigo 233 do Código Penal; i) escrito ou objeto obsceno: Artigo 234 do Código Penal; j) incitação ao crime: Artigo 286 do Código Penal; l) apologia de crime: (...) Artigo 287 do Código Penal; m) falsa identidade: (...) Artigo 307 do Código Penal; n) preconceito ou discriminação: (...) Artigo 20 da Lei 7.716/89; o) pedofilia: (...) Artigo 241-A, 241-B, 241-C, 241-D e 241-E da Lei no 8.069/90 ECA; p) Privacidade: trata, basicamente, da coleta e mau uso de dados. (...), e q) pirataria de software: (...) copiar dados em CDs, DVDs ou qualquer base de dados sem prévia autorização do autor é entendido como pirataria de acordo com a Lei 9.610/98.

Assim como em todo o País, a capital do Estado do Tocantins, Palmas, também apresenta um grande número de crimes cibernéticos. A capital do Estado conta com uma Delegacia especializada no combate aos crimes virtuais, a Delegacia de Repressão a Crimes Cibernéticos (DRCC).

De acordo com a TV Anhanguera (2019), nos seis primeiros meses do ano de 2019 foram registrados pela delegacia de combate a crimes virtuais de Palmas um total de 218 crimes virtuais praticados na capital. Dentre os principais, podemos citar o estelionato, a extorsão, falsidade ideológica, entre outros.

Outro delito que, apesar de novo, já é bastante comum na cidade de Palmas é o “sequestro” da rede social WhatsApp. As denúncias de pessoas que tiveram seu WhatsApp sequestrado chegam quase que diariamente.

O golpe se dá quando a pessoa, vítima do crime, recebe um link de pessoas mal-intencionadas, com notícias relacionadas a alguma mudança no aplicativo e, a partir do momento que a vítima clica no link, automaticamente o criminoso passa a ter acesso a sua conta do aplicativo. O intuito do golpe é enviar mensagens para toda a agenda da vítima se passando por ela, informando que está com alguma dificuldade e pede para que as pessoas façam uma transferência bancária para a sua conta.

Em Palmas, no ano de 2018, a Polícia Federal realizou uma operação na qual prendeu hackers que agiam no Estado do Tocantins e em mais outros três Estados. Essa quadrinha de hackers era suspeita de desviar cerca de R\$ 10 milhões de diversas contas bancárias. Os criminosos usavam moedas virtuais e empresas falsas para fazer a lavagem do dinheiro obtido de forma ilícita. O golpe era aplicado quando as vítimas acessavam suas contas bancárias de forma virtual, através do computador ou até mesmo pelo celular. (G1, 2018).

Segundo Santos (2019, p. 01):

Para a delegada da DRCC, Milena Lima, é prematuro falar em aumento de casos de 2017, quando a Delegacia foi implantada, para o ano de 2018. Entretanto, ela alerta sobre a diversificação dos crimes cometidos. “Com a universalização do uso da internet, é natural que os meios para o cometimento de crimes se renovem, de modo que o ambiente virtual se torne cada vez mais atrativo. Os crimes continuam os mesmos, o que muda é o modo de agir”, afirma.

Diante de todo o exposto, por ser algo recente e ainda de difícil controle por parte das autoridades, a internet aumentou a sensação de liberdade do ser humano, pois o ato de separar as pessoas por um dispositivo de troca de informação acaba proporcionando a elas o anonimato. Todas essas mudanças estimuladas pelos avanços tecnológicos fizeram com que surgisse um novo padrão de sociedade pós-moderna e de sistemas responsáveis por sua regularização e organização, como o Direito (VIDAL, 2015).

O Direito é um conjunto de princípios e normas que regem uma determinada sociedade. Logo, tendo em vista que o Direito é responsável por tutelar os bens jurídicos dos indivíduos que compõe determinada comunidade, tem a obrigação de modificar-se à medida que essa respectiva sociedade evolui, a fim de garantir os direitos atinentes aos cidadãos, assim como também, impor seus deveres e obrigações.

À vista disso, a maior compreensão e domínio da tecnologia por parte do Direito tem como objetivo oferecer uma maior segurança às pessoas que constantemente fazem o uso da internet. Caso contrário, os crimes praticados no ambiente virtual se tornarão cada vez mais comum, e o pior, sem as medidas adequadas para combatê-los.

Portanto, é necessário entender como é feito o combate aos crimes praticados com o auxílio da internet, como por exemplo, os casos ocorridos em Palmas – TO, para que a população saiba com exatidão o que fazer para se prevenir desses tipos de crimes e, caso seja vítima, que saiba a quem recorrer.

### 3.4 LEGISLAÇÃO PERTINENTE AOS CRIMES CIBERNÉTICOS

Além das vantagens e novidades que a internet trouxe, a rede mundial de computadores também se mostrou como um ambiente propício para o cometimento de crimes, uma vez que, indivíduos mal intencionados se aproveitam do anonimato proporcionado pela internet para praticar as mais diversas condutas criminosas, tendo em vista que os vestígios deixados por essas condutas criminosas são mínimas, tornando o combate a esses delitos quase que impossível (NETO, 2008).

O combate a esses crimes cometidos no ambiente virtual mostra-se ineficaz, tendo em vista que o Código Penal vigente no Brasil é de 1940, ou seja, já está arcaico no que diz respeito aos crimes cibernéticos, já que ao tempo de sua criação, nem se cogitava a existência de uma rede mundial de computadores que proporcionaria uma mudança radical na vida de toda a sociedade, tanto no que diz respeito às mudanças benéficas como às maléficas.

O ordenamento jurídico brasileiro conta com algumas leis específicas para combater os crimes virtuais. Entre elas, podemos destacar a mais conhecida, a Lei 12.737 de 2012, popularmente conhecida como Lei Carolina Dieckmann.

Essa lei já tramitava no Congresso Nacional desde o ano de 2011, mas só veio a ser sancionada em 2012, pela então presidente Dilma Rousseff, após a atriz Carolina Dieckmann ter tido o seu computador invadido por hackers que usaram suas fotos íntimas para extorqui-la. O caso ganhou grande repercussão nacional, o que fez com que essa Lei torna-se uma realidade, modificando o Código Penal, incluindo alguns artigos e modificando outros, tais como: artigos 154 – A e 154 – B, além dos artigos 266 e 298. O artigo 154 – A e o 154 – B, tratam, respectivamente, da invasão de dispositivo informático e da ação penal. Vejamos:

Art. 154-A. Invadir dispositivo informático alheio, conectado ou não à rede de computadores, mediante violação indevida de mecanismo de segurança e com o fim de obter, adulterar ou destruir dados ou informações sem autorização expressa ou tácita do titular do dispositivo ou instalar vulnerabilidades para obter vantagem ilícita:

Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, e multa.

§ 1º Na mesma pena incorre quem produz, oferece, distribui, vende ou difunde dispositivo ou programa de computador com o intuito de permitir a prática da conduta definida no caput.

§ 2º Aumenta-se a pena de um sexto a um terço se da invasão resulta prejuízo econômico.

§ 3º Se da invasão resultar a obtenção de conteúdo de comunicações eletrônicas privadas, segredos comerciais ou industriais, informações sigilosas, assim definidas em lei, ou o controle remoto não autorizado do dispositivo invadido:

Pena - reclusão, de 6 (seis) meses a 2 (dois) anos, e multa, se a conduta não constitui crime mais grave.

§ 4º Na hipótese do § 3º, aumenta-se a pena de um a dois terços se houver divulgação,

comercialização ou transmissão a terceiro, a qualquer título, dos dados ou informações obtidas.

§ 5º Aumenta-se a pena de um terço à metade se o crime for praticado contra:

I - Presidente da República, governadores e prefeitos;

II - Presidente do Supremo Tribunal Federal;

III - Presidente da Câmara dos Deputados, do Senado Federal, de Assembleia Legislativa de Estado, da Câmara Legislativa do Distrito Federal ou de Câmara Municipal; ou

IV - Dirigente máximo da administração direta e indireta federal, estadual, municipal ou do Distrito Federal.

**Ação penal**

Art. 154-B. Nos crimes definidos no art. 154-A, somente se procede mediante representação, salvo se o crime é cometido contra a administração pública direta ou indireta de qualquer dos Poderes da União, Estados, Distrito Federal ou Municípios ou contra empresas concessionárias de serviços públicos.

Já o artigo 266, trata do crime de interrupção ou perturbação de serviço telegráfico, telefônico, informático, telemático ou de informação de utilidade pública. Enquanto o artigo 298 trata da falsificação de documento particular, incluindo-se aqui, o cartão de crédito ou de débito, que até então, não era considerado como documento particular.

A lei Azeredo, como é conhecida a Lei 12.735 de 2012, traz explícito no texto de seu artigo 4º, que a polícia judiciária ficará responsável por estruturar setores e equipes especializadas no combate de crimes praticados no ambiente virtual, assim como também em dispositivos de comunicação ou sistemas informatizados.

Além disso, a recente Lei 12.964 de 2014, denominada de Marco Civil da Internet, estabelece os princípios, as garantias, os direitos e deveres para o uso da internet no Brasil. Essa lei garante aos usuários uma maior proteção no que diz respeito à divulgação de seus dados pessoais.

Art. 10. A guarda e a disponibilização dos registros de conexão e de acesso a aplicações de internet de que trata esta Lei, bem como de dados pessoais e do conteúdo de comunicações privadas, devem atender à preservação da intimidade, da vida privada, da honra e da imagem das partes direta ou indiretamente envolvidas.

§ 1º O provedor responsável pela guarda somente será obrigado a disponibilizar os registros mencionados no **caput**, de forma autônoma ou associados a dados pessoais ou a outras informações que possam contribuir para a identificação do usuário ou do terminal, mediante ordem judicial, na forma do disposto na Seção IV deste Capítulo, respeitado o disposto no art. 7º.

§ 2º O conteúdo das comunicações privadas somente poderá ser disponibilizado mediante ordem judicial, nas hipóteses e na forma que a lei estabelecer, respeitado o disposto nos incisos II e III do art. 7º

§ 3º O disposto no **caput** não impede o acesso aos dados cadastrais que informem qualificação pessoal, filiação e endereço, na forma da lei, pelas autoridades administrativas que detenham competência legal para a sua requisição.

§ 4º As medidas e os procedimentos de segurança e de sigilo devem ser informados pelo responsável pela provisão de serviços de forma clara e atender a padrões definidos em regulamento, respeitado seu direito de confidencialidade quanto a segredos empresariais.

Quanto à competência para julgar crimes cometidos de forma virtual, nos casos de ameaças cometidas através das redes sociais, como por exemplo, o WhatsApp e o Facebook, o Superior

Tribunal de Justiça tem entendido que o local de consumação do crime se dá no local onde a vítima tomou ciência das ameaças, logo, o juízo competente para julgar um pedido de medida protetiva será o desse respectivo local.

Percebe-se que o ordenamento jurídico brasileiro já possui algumas leis que se dispõem a tratar das condutas ilícitas praticadas no ambiente virtual. No entanto, não são suficientes para coibir de forma concreta os crimes cibernéticos. Necessita, portanto, que o legislador tipifique de forma mais objetiva os ilícitos cometidos na rede mundial de computadores e as suas respectivas punições, com sanções mais severas para assegurar total segurança às pessoas que tenham qualquer tipo de acesso à internet.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O combate aos crimes cibernéticos teve uma grande evolução, principalmente após a promulgação das leis 12.737 e 12.735, de 2012. Todavia, percebe-se a necessidade de leis que tratem dos crimes cometidos no ambiente virtual de forma mais punitiva e eficiente, tendo em vista que as referidas leis impõem punições consideradas como brandas para os autores desses crimes.

A Lei 12.737/12 foi criada para saciar os anseios da sociedade, isto é, foi criada de uma forma rápida com o objetivo de dar uma resposta à sociedade no que diz respeito ao combate dos crimes praticados na rede mundial de computadores, principalmente após o episódio envolvendo a atriz Carolina Dieckmann, que teve seu computador invadido por hackers que divulgaram suas fotos íntimas, conduta esta, que até então não era tipificada pelo Ordenamento Jurídico brasileiro.

Pode-se observar que a referida lei foi promulgada de uma forma não tão eficiente. Isso se dá porque com a necessidade de uma lei que tipificasse as condutas delituosas praticadas na internet fez com o que o legislador, ao promulgar a Lei 12.737/12, deixasse diversas lacunas na lei.

No que diz respeito aos crimes cibernéticos cometidos no Estado do Tocantins, o regimento interno da Polícia Civil, aprovado pelo Decreto n. 5.979, de 12 de agosto de 2019, na subseção III, Art. 77, define as atribuições da Divisão Especializada de Repressão a Crimes Cibernéticos (TOCANTINS, 2019, p. 17)

Da Divisão Especializada de Repressão a Crimes Cibernéticos (DRCC)

Art. 77. Compete à Divisão Especializada de Repressão a Crimes Cibernéticos (DRCC) prevenir, reprimir e investigar as infrações penais praticadas por meio da internet ou com a utilização de sistemas de informática, desde que verificada qualquer das seguintes condições:  
I - a infração penal seja punida com pena privativa de liberdade máxima igual ou superior a 4 (quatro) anos;  
II - a infração penal, ainda que punida com pena privativa de liberdade máxima inferior a 4 (quatro) anos, envolva qualquer das circunstâncias previstas nos incisos I a III do §4º do art. 82 deste Regimento.

Por fim, nota-se que o ordenamento jurídico brasileiro é detentor de uma quantidade

significativa de normas jurídicas, no entanto, carece de leis que tipifiquem de forma efetiva os crimes virtuais, uma vez que, as normas que tratam desses ilícitos ainda não têm uma efetiva aplicação nos casos concretos, pois o Código Penal vigente no Brasil é do ano de 1940, o que inviabiliza a identificação e a punição dos autores de crimes cibernéticos.

## REFERÊNCIAS

ANHANGUERA, T. **G1**, 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/2019/06/27/palmas-tem-mais-de-200-golpes-aplicados-pela-internet-em-seis-meses.ghtml>. Acesso em: 02 jun. 2020.

ANHANGUERA, T. **G1**, 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/2019/02/10/estelionato-virtual-aparece-em-1o-lugar-no-ranking-dos-crimes-praticados-na-internet-no-to.ghtml>. Acesso em: 21 out. 2019.

ARRUDA, F. 20 anos de internet no Brasil: aonde chegamos? **TecMundo**, 2011. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/internet/8949-20-anos-de-internet-no-brasil-aonde-chegamos-.htm>. Acesso em: 28 out. 2019.

BRASIL. Decreto nº 2.848, de 07 de dez. de 1940. **Código Penal**, Brasília, DF, dez. 1940.

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. **Instituto o Código Civil**, Brasília, DF, jan. 2002.

BRASIL. Lei nº 12.964, de 23 de abr. de 2014. **Marco Civil da Internet**, Brasília, DF, abr. 2014.

DIANA, D. B. G. História e Evolução dos computadores. **Toda Matéria**, 2019. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/historia-e-evolucao-dos-computadores/>. Acesso em: 22 out. 2019.

GARCIA, R. A. C.; CARUZO, W. R.; JÚNIOR, J. W. Z. Crimes Cibernéticos. **Revista Matiz Online**, Matão - SP, 2017.

GOMES, H. S. **G1**, 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/tecnologia/noticia/brasil-tem-116-milhoes-de-pessoas-conectadas-a-internet-diz-ibge.ghtml>. Acesso em: 21 out. 2019.

GRECO, R. **Curso de Direito Penal**. 19. ed. Niterói, RJ: Impetus, v. 1, 2017.

JESUS, D. D. **Direito Penal**. 36. ed. São Paulo: Saraiva, v. 01, 2015.

JURÍDICO, C. **Consultor Jurídico**, 2018. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2018-jun-17/stj-divulga-jurisprudencia-conceitos-crimes-internet>. Acesso em: 19 nov. 2019.

MACHADO, L. A. **DireitoNet**, 2014. Disponível em: <https://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/8772/Crimes-ciberneticos>. Acesso em: 21 out. 2019.

MIRABETE, J. F.; FABBRINI, R. N. **Manual de Direito Penal**. 26. ed. São Paulo: Atlas, v. 1, 2010.

MULLER, N. O começo da internet no Brasil. **Oficina da Net**, 2018. Disponível em: [https://www.oficinadanet.com.br/artigo/904/o\\_comeco\\_da\\_internet\\_no\\_brasil](https://www.oficinadanet.com.br/artigo/904/o_comeco_da_internet_no_brasil). Acesso em: 28 out. 2019.

NETO, J. A. M. Aspectos Constitucionais e Legais do Crime Eletrônico. **Universidade de Fortaleza - UNIFOR**, Fortaleza - CE, p. 92, mar. 2008.

SANTOS, L. S. D. **Jornal do Tocantins**, 2019. Disponível em: <https://www.jornaldotocantins.com.br/editorias/vida-urbana/mais-de-600-crimes-cibern%C3%A9ticos-foram-registrados-no-to-em-2018-conscientiza%C3%A7%C3%A3o-deve-ser-refor%C3%A7ada-1.1723888>. Acesso em: 14 nov. 2019.

SILVA, L. W. Internet foi criada em 1969 com o nome de “Arpanet” nos EUA. **Folha de São Paulo**, 2001. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u34809.shtml>. Acesso em: 24 out. 2019.

SOARES, B. D. S. O Ordenamento Jurídico e os Crimes Virtuais. **Universidade Federal da Paraíba**, Campina Grande - PB, 2016.

STORE, H. Eniac: Conheça a incrível história do primeiro computador do mundo. **Blog HD Store**, 2018. Disponível em: <https://blog.hdstore.com.br/eniac-primeiro-computador-do-mundo/>. Acesso em: 23 out. 2019.

TAVARES, A. L.; REIS, R. R. D. Crimes de Informática. **Revista Jurídica**, Anápolis - GO, v. 2, jan. - jun. 2014.

TOCANTINS. Diário Oficial. **Decreto nº 5.979, de 12 de agosto de 2019**, 2019. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/466882/>. Acesso em: 05 jun. 2020.

TOCANTINS, G. **G1**, 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/pf-faz-operacao-contrahackers-no-tocantins-e-em-mais-tres-estados.ghtml>. Acesso em: 14 nov. 2019.

VIDAL, R. D. M. Crimes Virtuais. **Universidade Candido Mendes**, Rio de Janeiro, 2015.

ZULIANI, Ê. S. et al. **Responsabilidade Civil na Internet e nos demais Meios de Comunicação**. 2. ed. São Paulo - SP: Saraiva, 2012.



# CRIME DE ESTUPRO DE VULNERÁVEL E A SUA CONSUMAÇÃO PELO MEIO DIGITAL

Mateus Araújo da Silva<sup>1</sup>  
Sibéria Sales Queiroz de Lima<sup>2</sup>

## RESUMO

Em tempos em que a tecnologia está cada vez mais avançada, é necessário que as leis acompanhem essa evolução, adequando-se à nova realidade mundial. Dentre essas mudanças, o presente artigo busca destacar o direito da criança e do adolescente em relação aos surgimentos de novas condutas criminosas que são cometidas pelo meio virtual. Serão analisadas algumas das figuras típicas do Direito Penal brasileiro com ênfase nos Crimes contra a Dignidade Sexual, introduzida pela Lei nº 12.015, de 07 de agosto de 2009, sob o prisma dos princípios da dignidade da pessoa humana e liberdade sexual para, por fim ressaltar a aplicabilidade da lei nos casos de estupro de vulnerável virtual. Neste contexto, é imperioso ressaltar o direito à proteção da criança e do adolescente e sua fragilidade diante desses crimes sórdidos, devido ao seu status de pessoas em desenvolvimento. Palavras-chave: Estupro de vulnerável. Dignidade humana. Liberdade sexual. Estupro virtual. Consumação. Meio digital.

## ABSTRACT

*In times when technology is more and more advanced, it is necessary that laws follow this evolution, adapting to the new world reality. Among these changes, this article seeks to highlight the rights of children and adolescents in relation to the emergence of new criminal behaviors that are committed by the virtual environment. Some of the typical figures of Brazilian Criminal Law with an emphasis on Crimes against Sexual Dignity, introduced by Law No. 12,015, of August 7, 2009, will be analyzed, under the prism of the principles of human dignity and sexual freedom, to finally underscore the applicability of the law in cases of virtual vulnerable rape. In this context, it is imperative to highlight the rights of children and adolescents and their fragility in the face of these sordid crimes, due to their status as people in development.*

**Keywords:** Rape of vulnerable. Human dignity. Sexual freedom. Virtual rape. Consummation. Digital media.

## 1 INTRODUÇÃO

A evolução dos meios de comunicação e informação impactou, e muito, as relações sociais. Devido a popularização da Internet, cada vez mais pessoas estão conectadas no mundo virtual. E com a facilidade do acesso à rede, o número de pessoas *online* tem crescido a cada dia, principalmente entre os mais jovens, tornou-se comum atualmente ver crianças e adolescente com perfis ativos nas

1 Acadêmico do curso de graduação em Direito do Centro Universitário Católica do Tocantins – UniCatólica. E-mail: mateusaraujosilva63@gmail.com.

2 Professora e orientadora do Centro Universitário Católica do Tocantins – UniCatólica. E-mail: siberia.lima@catolica-to.edu.br.

redes sociais. No entanto, nem todos estão atentos aos riscos de navegar na rede.

Segundo o Centro de Estudos e Tratamento de Segurança do Brasil (CERT.Br)<sup>3</sup>, em 2019, foram notificadas 875.327 ocorrências de incidentes criminosos cibernéticos no país. Dentre as ocorrências mais comuns registradas ao CERT.Br no último ano, estão a varredura de computadores para identificar vulnerabilidades, prática conhecida como *scan* (46,81% dos incidentes), seguida pelos ataques de interrupção de serviço, denominados de *DoS* (34,42%) e *worms* (11,48%) que são um tipo de programa malicioso que se espalham através da replicação de códigos na rede.

Ainda, de acordo com o levantamento feito pela pesquisa TIC Kids Online Brasil 2019<sup>4</sup> cerca de 15% das crianças e adolescentes de 9 a 17 anos viram na Internet imagens ou vídeos de conteúdo sexual, sendo que 18% de 11 a 17 anos receberam mensagens de conteúdo sexual e, 11% afirmam que já pediram para eles, na Internet uma foto ou vídeo em que aparecia pelado(a).

É entendimento pacífico nos tribunais brasileiros que a violência e prática de atos libidinosos não se restringem ao contato físico com a vítima, mas, ainda assim, são atos que vão além do assédio e do mero atentado ao pudor.

Portanto, não se pretende fazer uma análise da legislação, mas sim averiguar as hipóteses que, em tese, poderiam ser aplicadas. Para tanto, será utilizada a metodologia de pesquisa investigativa de cunho qualitativo para a qual o método dedutivo provou-se ser o mais apropriado para este fim. Busca-se analisar os fenômenos apontados e expor as ideias dos entendedores da área através da análise documental de artigos, leis e doutrinas, dentre outros, que servirão como instrumentos e fontes para a coleta de dados pertinentes.

## 2 DIGNIDADE DA PESSOA HUMANA

Antes de abordar os crimes contra a liberdade sexual, é de primazia ressaltar a importância da dignidade da pessoa humana como um valor transcendental e sobreprincípio mundial. “A dignidade humana proclama o valor distinto da pessoa humana e tem, como consequência lógica, a afirmação de direitos específicos de cada ser humano, sem distinções de gênero, raça, cor, credo, sexo e outras” (DIMOULIS, 2012, p. 207).

No sentido etimológico, a palavra dignidade deriva do latim *dignus* que significa merecedor e justo, e *dignitas* que significa honraria. Na antiguidade, a dignidade estava ligada à posição de uma pessoa perante a sociedade, sua classe social. Na visão iluminista, dignidade é um “valor de todo ser racional, independentemente do seu comportamento, superada a visão tomista de que o criminoso, apartando-se da razão, perde a dignidade” (MARCÃO; PLINIO, 2015, p. 19-31).

3 O Centro de Estudos, Resposta e Tratamento de Incidentes de Segurança no Brasil é mantido pelo NIC.br, do Comitê Gestor da Internet no Brasil, e atende a qualquer rede brasileira conectada à Internet. Disponível em: <https://www.cert.br/>. Acesso em: 16 maio 2020.

4 Pesquisa realizada pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil com o objetivo de gerar dados sobre o uso da internet por crianças e adolescentes no país entre 9 a 17 anos. Disponível em: [https://cetic.br/media/analises/tic\\_kids\\_online\\_brasil\\_2019\\_coletiva\\_imprensa.pdf](https://cetic.br/media/analises/tic_kids_online_brasil_2019_coletiva_imprensa.pdf). Acesso em: 23 ago. 2020.

Em sua versão contemporânea, a dignidade da pessoa humana possui forte cunho religioso, está presente na ideia de que “o homem foi feito a imagem e semelhança de Deus”. No decorrer no século XX, a dignidade passa a ser vista como uma essencialidade no mundo jurídico, “um fim a ser buscado pelo Estado e pela sociedade”, isso devido a dois movimentos: o primeiro corresponde ao surgimento do pós-positivismo, que uniu o direito filosófico moral com o político, diminuído a trincheira imposta pelo positivismo normativo, e o segundo movimento diz respeito a inclusão do princípio da dignidade da pessoa humana em pactos internacionais, e Constituições de Estados democráticos (BARROSO, 2010, p. 04).

A noção atualmente empregada à dignidade da pessoa humana advém do humanismo renascentista e do Iluminismo, em que, como visto, ser possível encontrar suas remotas raízes na Antiguidade greco-romana e na Teologia cristã medieval. Sua incorporação definitiva na linguagem jurídica, entretanto, é ainda mais nova, derivando da segunda metade dos séculos XX, como reposta as práticas desumanas observadas na Segunda Grande Guerra. Trata-se em sua moderna acepção de uma noção fruto da reação, na consciência ético-jurídica dos povos, contra todo tipo de atrocidade cometida por um homem contra seu semelhante (ESTEFAM, 2016, p. 67-68).

Dentre os documentos internacionais que mencionam o princípio da dignidade humana pode-se citar a Carta das Nações Unidas, de 1945 e a Declaração Universal dos Direitos do Homem, de 1948. E ainda, o art. 11 da Convenção Americana de Direitos Humanos, também conhecido como Pacto de São José da Costa Rica, que diz que “toda pessoa tem direito ao respeito de sua honra e reconhecimento de sua dignidade” (BRASIL, 1992).

A dignidade humana está vinculada a um valor filosófico e ontológico<sup>5</sup> que se conecta a natureza dos ser, e é “comum e inerente a todos os seres humanos”. É o que distingue a pessoa humana dos outros seres vivos e coisas, trata-se de “um valor que não tem preço” (BARROSO, 2010, p. 22). No Brasil, o princípio da dignidade da pessoa humana é um dos fundamentos do Estado Democrático de Direito<sup>6</sup> e está previsto no art. 1º, inciso III, da Constituição da República Federativa do Brasil (CFRB) de 1988 (BRASIL, 1988).

No mundo jurídico, destaca-se os três elementos essenciais da dignidade. O primeiro, é o valor intrínseco da pessoa humana, prioriza-se a inviolabilidade da pessoa humana e sua origem está na formação dos direitos fundamentais. De acordo com esta concepção, “todas as pessoas têm o mesmo valor intrínseco e, portanto, merecem igual respeito e consideração, independente de raça, cor, sexo, religião, origem nacional ou social ou qualquer outra condição”. Deste valor que se extrai o direito a integridade física e o direito à integridade moral ou psíquica, a vida e a igualdade. É do valor intrínseco que resulta a proteção da pessoa quando sofre lesões contra a sua dignidade (BARROSO, 2010, p. 24-41).

5 Em filosofia, teoria do ser enquanto ser considerado em si mesmo, independentemente do modo pelo qual se manifesta. NETTO, José de Oliveira. **Dicionário jurídico universitário**. 5. ed. Leme: Edijur, 2012. p. 408.

6 Qualidade do Estado dotado instrumentos constitucionais para concretizar a justiça social, representando modalidade do Estado de Direito na evolução do Estado liberal e do Estado social. DIMOULIS, Dimitri. **Dicionário brasileiro de direito constitucional**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. p. 254. [Ebook]

Respeita-se a dignidade da pessoa quando o indivíduo é tratado como sujeito com valor intrínseco, posto acima de todas as coisas criadas e em patamar de igualdade de direitos com os seus semelhantes. Há o desrespeito ao princípio, quando a pessoa é reduzida à singela condição de objeto, apenas como meio para a satisfação de algum interesse imediato. O ser humano não pode ser exposto – máxime contra a sua vontade – como simples coisa motivadora da curiosidade de terceiros, como algo limitado à única função de satisfazer instintos primários de outrem, nem pode ser reificado como mero instrumento de divertimento, com vistas a preencher o tempo de ócio de certo público. Em casos assim, não haverá exercício legítimo da liberdade de expressão, mas afronta à dignidade da pessoa humana (MENDES; BRANCO, 2014, p. 280-281).

O segundo é a autonomia da vontade e envolve a autodeterminação, na qual o indivíduo possui o direito de decidir sua vida e sua personalidade livremente. Quer dizer, poder escolher seus valores morais e existenciais sem imposições de terceiros. São decisões como religião, sexo, voto, trabalho, dentre outras, que quando cerceadas violam a sua dignidade. “Por trás da ideia de autonomia está a de pessoa, de um ser moral consciente, dotado de vontade, livre e responsável” (BARROSO, 2010, p. 24).

Por último, o terceiro elemento da dignidade humana é valor comunitário. Trata-se do elemento social deste princípio, da posição do indivíduo em relação ao coletivo. Verifica-se aqui a presença dos valores em comum de determinada sociedade. A questão aqui “não são escolhas individuais, mas as responsabilidades e deveres a elas associados”, neste conceito a dignidade “não tem na liberdade seu componente central, mas, ao revés, é a dignidade que molda o conteúdo e o limite da liberdade” (BARROSO, 2010, p. 28).

A imposição coercitiva de valores sociais – em geral, pelo legislador; eventualmente, pelo juiz –, em nome dessa dimensão comunitária da dignidade, nunca será uma providência banal, exigindo fundamentação racional consistente. Em qualquer caso, deverá levar seriamente em conta: a) a existência ou não de um direito fundamental em questão; b) a existência de consenso social forte em relação ao tema; e c) a existência de risco efetivo para o direito de outras pessoas. A dignidade de um indivíduo jamais poderá ser suprimida, seja por ação própria ou de terceiros. Mas aspectos relevantes da dignidade poderão ser paralisados em determinadas situações. É o que ocorre, por exemplo, nos casos de prisão legítima de um condenado criminalmente (BARROSO, 2010, p. 30).

Existem, ainda, dois fundamentos que compõem o princípio da dignidade humana, que são o objetivo e o subjetivo. O primeiro atende ao mínimo existencial de forma que as necessidades básicas de uma pessoa estejam asseguradas e o segundo abrange os valores de respeito, autoestima e personalidade do ser humano, desde o nascimento até a sua morte (NUCCI, 2014, p. 32). A dignidade é a capacidade do indivíduo de ser autoconsciente e livre, sendo, portanto, inalienável e indisponível.

## 2.1 LIBERDADE E DIGNIDADE SEXUAL

É do aspecto subjetivo da dignidade da pessoa humana que derivam os princípios da dignidade e liberdade sexual. É a partir deste que se percebe o sentimento de respeito e autoestima do ser humano, um dos pilares de sua personalidade (NUCCI, 2014, p. 42). Ou seja, a dignidade sexual é um desdobramento da dignidade da pessoa humana, um dos princípios fundamentais do Estado Democrático de Direito.

Em um sentido amplo, há a dignidade sexual da pessoa e em sentido estrito, a liberdade sexual. A qualificação da palavra dignidade com o adjetivo sexual significa “reconhecer uma determinada dignidade, aquela em que o respeito alheio é devido ao sujeito no que se refere à capacidade deste de se autodeterminar relativamente à atividade sexual” (MARCÃO; PLINIO, 2015, p. 25).

O respeito à dignidade humana conduz e orchestra a sintonia das liberdades fundamentais, pois estas são os instrumentos essenciais para alicerçar a autoestima do indivíduo, permitindo-lhe criar seu particular mundo, no qual se desenvolve, estabelece laços afetivos, conquista conhecimento, emite opiniões, expressa seu pensamento, cultiva seu lar, forma família, educa filhos, mantém atividade sexual, satisfaz suas necessidades físicas e intelectuais e se sente, enfim, imerso em seu próprio casulo (NUCCI, 2014, p. 32).

Liberdade sexual é a definição do direito que um indivíduo tem de usar seu corpo livremente, sem restrições ou imposições dos outros, é a liberdade de autodeterminação. No momento em que uma lei pune a ação que obriga uma pessoa a fazer algo contra sua vontade, ou de lhe permitirem que façam algo que não deseja com o seu próprio corpo, esta norma tutelar a liberdade sexual (MARCÃO; PLINIO, 2015, p. 25).

A sexualidade individual e o relacionamento entre pessoas são parte fundamental da intimidade e da vida privada merecendo toda a proteção legal. É claro que tal satisfação sexual deve estar fundada dentro dos limites da lei, sem jamais afrontar o direito do próximo. No contexto dos crimes sexuais, qualquer tipo de constrangimento ilegal é totalmente abominável. “O ponto específico de tutela penal, enfim, é a coerção não consentida para o ato sexual” e por esta razão, “[...] não se deve lastrear a dignidade sexual sob critérios moralistas, conservadores ou religiosos. Igualmente, deve-se destacar que dignidade sexual não tem qualquer relação com bons costumes sexuais” (NUCCI, 2014, p. 43).

## 3 CRIMES CONTRA A LIBERDADE SEXUAL

A palavra estupro, na etimologia, se origina do vocábulo latino *stuprum*, que se traduz em desonra ou vergonha. O primeiro registro remonta a Lei Escantínia (*Lex Scantinia*, de 149 a. C.), “que criminalizava as relações sexuais forçadas com jovens nascidos livres do sexo masculino (*ingenui*), apenando o fato com sanção pecuniária” (MESTIERI, 1982, p. 6 *apud* ESTEFAM, 2016, p. 246).

No período do Império Romano, era visto como um crime contra o patrimônio, no sentido de “abdução da propriedade feminina de seu guardião”, vez que as mulheres, nas culturas grega e romana, durante a era clássica, eram percebidas como propriedade, com poucos direitos, mesmo na esfera sexual. Na Antiguidade, os hebreus impuseram a pena de morte para quem praticasse o ato sexual forçado, caso a vítima fosse uma mulher desposada ou uma pena pecuniária junto com o casamento. No Brasil, desde o descobrimento, as nativas foram exploradas sexualmente, “a relação entre os senhores e seus escravos também se fundava num direito de propriedade, o qual conferia àquele a prerrogativa de dispor de sua *res*” como bem lhe aprouvesse (ESTEFAM, 2016, p. 246). A criminalização do estupro demorou séculos para se consolidar, e atualmente no Brasil, depois de várias alterações, encontra-se prevista no Código Penal de 1940.

Com a promulgação da Lei nº 12.015, de 7 de agosto de 2009, o Código Penal passou a prever no Título VI “Dos Crimes contra a Dignidade Sexual”, que na redação anterior, antes de 2009, constava no referido Título “Dos Crimes contra os Costumes”. Esta antiga expressão, há tempos não era compatível com a realidade jurídica brasileira. A proteção legal não estava mais focada no comportamento das pessoas, mas em sua dignidade. É normal que a lei evolua com os costumes, no entanto, a realidade social em que a Lei nº 12.015 foi recebida trouxe grandes e novas preocupações para o cenário jurídico. Em vez de procurar proteger a virgindade das mulheres, como acontecia com o revogado crime de sedução, agora, o Estado estava diante de outros desafios, a exemplo da exploração sexual de crianças (GRECO, 2017, p. 1120).

É importante nomear um Título ou até um Capítulo de uma Código da maneira correta, principalmente porque está informação pode influenciar no julgamento dos crimes contidos nele, seja por meio de uma interpretação sistêmica ou teleológica, onde se analisa o objetivo da lei e a quem bem jurídica se busca tutelar, de forma que o intérprete não poderá se desviar do sentido da norma (GRECO, 2017, p. 1120).

Mudou-se, portanto, o foco da proteção jurídica. Não se tem em vista, agora, em primeiro plano, a moral média da sociedade, o resguardo dos bons costumes, isto é, o interesse de terceiros, como bem mais relevante a ser protegido, mas a tutela da dignidade do indivíduo, sob o ponto de vista sexual. Desse modo, o que se tutela é a dignidade da pessoa humana, sob o aspecto sexual, e os direitos a ela inerentes, como a sua liberdade, sua integridade física, sua vida ou sua honra etc. Ao lado disso, busca-se a proteção também da moralidade pública sexual, cujos padrões devem pautar a conduta dos indivíduos, de molde a que outros valores de grande valia para o Estado não sejam sobrepujados (CAPEZ; PRADO, 2012, p. 582).

Antes da Lei nº 12.015, foi apresentada no Congresso Nacional por meio do Requerimento nº 2 de 2003, a criação da CPMI (Comissão Parlamentar Mista de Inquérito) da Exploração Sexual que tinha por finalidade de investigar as situações de violência e redes de exploração sexual de crianças e adolescentes no Brasil. Os resultados informados por esta CPMI foram tão alarmantes que resultou na criação do Projeto de Lei nº 253/2004 que, culminou na Lei nº 12.015, de 7 de agosto de 2009

que alteou diversos dispositivos do Código Penal Brasileiro (BRASIL, 2003).

### 3.1 ESTUPRO

Outra alteração relevante da Lei nº 12.015/2009 que deu nova redação ao Código Penal de 1940, foi a unificação dos crimes dos arts. 213, 214 e 215 criando uma figura mista, alternativa aos crimes anteriores já revogados. A antiga redação destes artigos previa os crimes de estupro, de atentado violento ao pudor e posse sexual mediante fraude, e possuíam a seguinte letra de lei, respectivamente:

#### **Estupro**

Art. 213 - **Constranger mulher à conjunção carnal**, mediante violência ou grave ameaça:

Pena - reclusão, de três a oito anos.

Parágrafo único. Se a **ofendida é menor de catorze anos**: (Incluído pela Lei nº 8.069, de 1990)

Pena - reclusão de quatro a dez anos. (Redação dada pela Lei nº 8.069, de 1990) Revogado pela Lei n.º 9.281, de 4.6.1996)

Pena - reclusão, de seis a dez anos. (Redação dada pela Lei nº 8.072, de 25.7.1990)

**Atentado violento ao pudor** (Revogado pela Lei nº 12.015, de 2009)

Art. 214 - **Constranger alguém, mediante violência ou grave ameaça, a praticar ou permitir que com ele se pratique ato libidinoso diverso da conjunção carnal**: (Revogado pela Lei nº 12.015, de 2009)

Pena - reclusão de dois a sete anos. (Revogado pela Lei nº 12.015, de 2009)

Parágrafo único. Se o ofendido é menor de catorze anos: (Incluído pela Lei nº 8.069, de 1990) (Revogado pela Lei nº 12.015, de 2009)

Pena - reclusão de três a nove anos. (Redação dada pela Lei nº 8.069, de 1990) (Revogado pela Lei n.º 9.281, de 4.6.1996)

Pena - reclusão, de seis a dez anos. (Redação dada pela Lei nº 8.072, de 25.7.1990) (Revogado pela Lei nº 12.015, de 2009)

#### **Posse sexual mediante fraude**

Art. 215 - Ter **conjunção carnal com mulher honesta**, mediante fraude:

Art. 215. Ter **conjunção carnal com mulher**, mediante fraude: (Redação dada pela Lei nº 11.106, de 2005)

Pena - reclusão, de um a três anos.

Parágrafo único - **Se o crime é praticado contra mulher virgem**, menor de 18 (dezoito) e maior de 14 (catorze) anos:

Pena - reclusão, de dois a seis anos. (grifo nosso) (BRASIL, 1940)

Antes da Lei nº 12.015/2009, existiam duas figuras criminosas, no entanto, após a sua edição e com a nova redação do art. 213, a prática de conjunção carnal ou de qualquer outro ato libidinoso contra a mesma vítima, será considerada como um crime único, punível com pena de reclusão, de 6 (seis) a 10 (dez) anos (NUCCI, 2020, p. 732). Após a Lei nº 12.015/2009, a redação do art. 213 do Código Penal de 1940 passou a prever que:

### Estupro

Art. 213. **Constranger** alguém, **mediante violência ou grave ameaça**, a ter **conjunção carnal** ou a **praticar ou permitir** que com ele se pratique **outro ato libidinoso**: (Redação dada pela Lei nº 12.015, de 2009)

Pena - reclusão, de 6 (seis) a 10 (dez) anos. (Redação dada pela Lei nº 12.015, de 2009)

§1º Se da conduta resulta lesão corporal de natureza grave ou se a vítima é menor de 18 (dezoito) ou maior de 14 (catorze) anos: (Incluído pela Lei nº 12.015, de 2009)

Pena - reclusão, de 8 (oito) a 12 (doze) anos. (Incluído pela Lei nº 12.015, de 2009)

§2º Se da conduta resulta morte: (Incluído pela Lei nº 12.015, de 2009)

Pena - reclusão, de 12 (doze) a 30 (trinta) anos (Incluído pela Lei nº 12.015, de 2009) (grifo nosso) (BRASIL, 1940)

O núcleo do tipo penal do crime de estupro é o verbo *constranger*, que nesse sentido, significa “forçar, obrigar, subjugar a vítima ao ato sexual”. O *caput* do art. 213 traz quatro elementos da conduta: a) o constrangimento combinado com violência ou grave ameaça; b) contra qualquer pessoa, seja do sexo feminino ou masculino; c) ter conjunção carnal; d) ou forçar com que a vítima praticar ou permita que com ela se pratique qualquer ato libidinoso (GRECO, 2017, p. 1124).

Pode ser realizado na forma comissiva, caracterizando-se, neste caso, por qualquer ação que cause constrangimento a uma pessoa praticar qualquer ato libidinoso, não se limitando a conjunção carnal, desde que o ato tenha, por fim, satisfazer a lascívia do agente, por exemplo, sexo oral ou anal, ou, inclusive, o beijo lascivo. Também pode ser cometido na forma passiva quando a vítima, mediante violência ou grave ameaça permite que com ela se pratique ato libidinoso (NUCCI, 2020, p. 732).

É imperioso destacar que, para caracterizar este delito é necessário que o agente atue por meio da violência ou grave ameaça. A violência corresponde à “*vis corporalis, vis absoluta*, ou seja, a utilização de força física, no sentido de subjugar a vítima”, não se tratando apenas dos casos em que verificam-se lesões corporais, mas sempre que a força física é utilizada contra uma pessoa, impedindo-a de agir de acordo com a própria vontade. “A grave ameaça, ou *vis compulsiva*, pode ser direta, indireta, implícita ou explícita”, por exemplo, poderá ocorrer “diretamente contra a própria pessoa da vítima ou pode ser empregada, indiretamente, contra pessoas ou coisas que lhe são próximas”, de maneira que gerará um temor psicológico da vítima para o agente, e é por esta razão que “a ameaça deverá ser séria, causando na vítima um fundado temor do seu cumprimento” (GRECO, 2017, p. 1124).

Assim, no momento em que o agente, por exemplo, valendo-se do emprego de ameaça, faz com que a vítima toque em si mesma, com o fim de masturbar-se, ou no próprio agente ou em terceira pessoa, nesse instante estará consumado o delito. Na segunda hipótese, a consumação ocorrerá quando o agente ou terceira pessoa vier a atuar sobre o corpo da vítima, tocando-a em suas partes consideradas pudendas (seios, nádegas, pernas, vagina [desde que não haja penetração, que se configuraria na primeira parte do tipo penal], pênis etc.). (GRECO, 2017, p. 1128)

Não há necessidade de que o agente atue com a finalidade especial de saciar sua lascívia,



de satisfazer sua libido. O dolo, aqui, diz respeito tão somente ao fato de constranger a vítima com a finalidade de, com ela, ter a conjunção carnal ou praticar ou permitir que com ela se pratique outro ato libidinoso, não importando a motivação. Se o agente agiu com a finalidade, por exemplo, de humilhar ou mesmo vingar-se da vítima, tal fato é irrelevante para efeitos de configuração do delito, devendo ser considerado, no entanto, no momento da aplicação da pena. (GRECO, 2017, p. 1129)

Portanto, a principal alteração da nova lei, diz respeito ao fato de qualquer pessoa pode praticar o crime de estupro, assim como qualquer pessoa pode ser vítima dele. É o tipo de delito que atinge a liberdade sexual da pessoa humana. Neste sentido, para que haja a caracterização do crime de estupro, de acordo com art. 213 do Código Penal, basta haver a finalidade lasciva de constranger a vítima a praticar ato libidinoso contra sua vontade, sem diferença se o crime é cometido contra homem ou mulher.

### 3.2 ESTUPRO DE VULNERÁVEL

O principal ponto de proteção dos direitos das crianças e adolescentes é a compreensão do estado especial de pessoa em desenvolvimento e, portanto, de maior vulnerabilidade que se encontram e que, por isso, necessitam de um regime especial de salvaguardas para que possam alcançar seus potenciais com plenitude. “Crianças e adolescentes são pessoas que ainda não desenvolveram completamente sua personalidade”, trata-se de uma condição inerente para aqueles que ainda estão em desenvolvimento (MACHADO, 2003, p. 111).

A Lei nº 12.015, de 7 de agosto de 2009, foi inovadora ao trazer o estupro qualificado quando a vítima é menor de 18 (dezoito) e maior de 14 (quatorze) anos. Por mais que as normas sociais tenham evoluído e novos comportamentos sexuais surgiram, anda pode-se afirmar que os menores de idade são vulneráveis e devem ser protegidos de forma distinta e por norma própria. A prática sexual com menores, que por vezes, pode ocorrer de forma violenta, pode ocasionar em diversos traumas físicos e psicológicos. Assim sendo, o juízo de censura e de reprovação deve pender sobre o agente que sabendo da idade, e por consequência, da vulnerabilidade da vítima, ainda comete o estupro (GRECO, 2017, p. 1134).

Antes da inclusão do crime de estupro de vulnerável no Código Penal pela Lei 12.015/09 como o Capítulo II que foi batizado de “Crimes Sexuais contra Vulneráveis”, havia o crime de sedução, que foi revogado pela Lei nº 11.106/05:

**Sedução** (Revogado pela Lei nº 11.106, de 2005)

Art. 217 - **Seduzir mulher virgem, menor de dezoito anos e maior de quatorze**, e ter com ela conjunção carnal, aproveitando-se de sua inexperiência ou justificável confiança: (Revogado pela Lei nº 11.106, de 2005)

Pena - reclusão, de dois a quatro anos. (Revogado pela Lei nº 11.106, de 2005) (BRASIL, 1940)

Com a nova lei foi inserido o art. 217-A no Código Penal o crime de estupro de vulnerável, o qual possui a seguinte redação. *In verbis*<sup>7</sup>:

**Estupro de vulnerável** (Incluído pela Lei nº 12.015, de 2009)

Art. 217-A. **Ter conjunção carnal ou praticar outro ato libidinoso com menor de 14 (catorze) anos:** (Incluído pela Lei nº 12.015, de 2009)

Pena - reclusão, de 8 (oito) a 15 (quinze) anos. (Incluído pela Lei nº 12.015, de 2009)

§1º **Incorre na mesma pena quem pratica as ações descritas no caput com alguém que, por enfermidade ou deficiência mental, não tem o necessário discernimento para a prática do ato, ou que, por qualquer outra causa, não pode oferecer resistência.** (Incluído pela Lei nº 12.015, de 2009)

§2º (VETADO) (Incluído pela Lei nº 12.015, de 2009)

§3º Se da conduta resulta lesão corporal de natureza grave: (Incluído pela Lei nº 12.015, de 2009)

Pena - reclusão, de 10 (dez) a 20 (vinte) anos. (Incluído pela Lei nº 12.015, de 2009)

§4º Se da conduta resulta morte: (Incluído pela Lei nº 12.015, de 2009)

Pena - reclusão, de 12 (doze) a 30 (trinta) anos. (Incluído pela Lei nº 12.015, de 2009)

§5º As penas previstas no caput e nos §§ 1º, 3º e 4º deste artigo aplicam-se independentemente do consentimento da vítima ou do fato de ela ter mantido relações sexuais anteriormente ao crime. (Incluído pela Lei nº 13.718, de 2018) (grifo nosso) (BRASIL, 1940)

Um das peculiaridades do crime previsto no art. 217-A é que a relação sexual pode ter sido consentida pela pessoa. No entanto, a regra da lei é que é vedada a prática sexual com menores de 14 anos, pois há uma presunção de vulnerabilidade absoluta destes indivíduos. Em todo caso, sempre que houver prática sexual com menor de 14 anos, enfermo ou deficiente mental ou incapaz de resistir, “independentemente de seu consentimento ou do fato de a pessoa já ter tido relações sexuais anteriormente ao crime” ou mesmo “compreendendo o significado e os efeitos de uma relação sexual”, estará caracterizado o crime de estupro de vulnerável (NUCCI, 2002, p. 753-755). Assim também é o entendimento da súmula nº 593 processada pelo Superior Tribunal de Justiça (STJ), a qual confirma que:

### **Súmula nº 593**

O crime de estupro de vulnerável se configura com a conjunção carnal ou prática de ato libidinoso com menor de 14 anos, sendo **irrelevante eventual consentimento da vítima para a prática do ato, sua experiência sexual anterior ou existência de relacionamento amoroso com o agente** (BRASIL, 2017).

7 *In: em. Verbis* (Lê-se: vérbis.): com estas palavras. SANTOS, Washington dos. **Dicionário jurídico brasileiro**. Belo Horizonte: Del Rey, 2001. p. 331. [Ebook]

#### 4 CRIMES VIRTUAIS

Inicialmente, salienta-se que “uma qualidade fundamental de um país soberano é a capacidade do seu governo de exercer seu poder, ou seja, a capacidade de definir (legislar), interpretar (julgar) e aplicar (executar) o Direito, em todo o território do país” (ALMEIDA, 2015, p. 155). Neste país, não há um código específico para crimes cibernéticos, há apenas tipos criminais espalhados no Código Penal e outras leis esparsas. De praxe, aplica-se o Código Penal aos casos comuns, e nos demais, a legislação específica (extravagante).

Diante disso, percebe-se que “nossa legislação atual, apesar de nos encontrarmos duas décadas após o período dos cibercrimes, ainda não alcançou o passo com que estes evoluem, existindo ainda algumas práticas que não encontram respaldo legislativo” (MONTEIRO, 2010, p. 44).

De acordo com o conceito analítico finalista dos crimes, pode-se dizer que “crimes virtuais são todas as condutas típicas, antijurídicas e culpáveis praticadas contra ou com a utilização dos sistemas da informática.” Ademais, a Organização para a Cooperação Econômica e de Desenvolvimento (OECD) da ONU conceitua que crime virtual é “qualquer conduta ilegal, não ética, não autorizada que envolva processamento de dados e/ou transmissão de dados” (ROSA, 2002, p. 53 *apud* VIDAL, 2015, p. 7).

A natureza dos crimes virtuais ou cibernéticos, a complexidade e a novidade são alguns dos elementos que tornam difícil apresentar um conceito formal, havendo inclusive quem advirta que:

Conceituar crimes eletrônicos é um ato perigoso em si. Qualquer definição muito extensa pode englobar práticas que por mais que sejam consideradas indevidas não podem ser tipificadas como crimes, em face do princípio da estrita legalidade penal. Ser muito específico também pode engessar ou tornar ineficiente qualquer medida, em face da velocidade com que ocorrem modificações tecnológicas (MONTEIRO, 2010, p. 44-45).

Mesmo assim, pode-se compilar as características puníveis destes crimes, até suas formas e meios de atingir o objetivo. Desta forma, pode-se dizer que os crimes cibernéticos, informáticos, ou eletrônicos também são conhecidos como crimes virtuais ou *cybercrimes*, podem ser tidos como “atos criminosos cometidos com a ajuda das novas tecnologias de informação” (GIDDENS *apud* ALMEIDA, 2015, p. 67), ou, ainda, como uma “conduta lesiva, a qual não necessita corresponder à obtenção de uma vantagem ilícita” que não corresponde, necessariamente, aos crimes tradicionais que tem por objetivo, por exemplo, um sistema de computação, suas informações e *software*, ou o furto de *hardware* ou *software*, de maneira que, fique claro, que aquele, “quem subtrai um computador com ânimo de vendê-lo, não estará cometendo um crime de informática” (COSTA, 1997, p. 2).

Ainda, apesar de não haver uma conduta específica que se denomine como um único crime cibernético, existem outras formas virtuais de se praticar crimes comuns, tais como:

a) **Spamming** – conduta de mensagens publicitárias por correio eletrônico para uma pequena parcela de usuários;

- b) **Coobes** – são arquivos de texto que são gravados no computador de forma a identificá-lo. Assim, o site obtém algumas informações, tais como quem está acessando o site, com que periodicidade o usuário retorna à página da web e outras informações almejadas pelo portal;
- c) **Spywares** – são programas espiões que enviam informações do computador do usuário para desconhecidos na rede;
- d) **Hoaxes** – são e-mails, na maioria das vezes com remetente de empresas importantes ou de órgãos governamentais, contendo mensagens falsas, induzindo o leitor a tomar atitudes prejudiciais a ele próprio;
- e) **Sniffers** – são programas espiões semelhantes ao spywares que são introduzidos no disco rígido e têm capacidade de interceptar e registrar o tráfego de pacotes na rede;
- f) **Trojan horse ou cavalos de Troia** – quando instalado no computador, o trojan libera uma porta de acesso ao computador para uma possível invasão. O cracker pode obter informações de arquivos, descobrir senhas, introduzir novos programas, formatar o disco rígido, ver a tela e até ouvir a voz, caso o computador tenha um microfone instalado. Como boa parte dos micros é dotada de microfones ou câmeras de áudio e vídeo, o trojan permite fazer escuta clandestina, o que é bastante utilizado entre os criminosos que visam à captura de segredos industriais; e
- g) **Keyloggers** é uma forma de spyware que registra cada batida no teclado ou outra atividade num sistema. Esses programas podem coletar números de cartão de crédito, senhas e outros dados delicados e transmiti-los a terceiros (grifo nosso) (VIDAL, 2015, p. 7-8).

Assim, ante a falta de definição específica do crime virtual, não há um consenso doutrinário quanto a classificação destes delitos, entretanto, apresenta-se algumas. Nos crimes eletrônicos em que o sistema é o alvo e meio de prática do delito, por exemplo, a invasão de sistemas e a inserção de dados falsos ou roubo de dados pessoais são chamados de crimes próprios. No caso de crimes em que o agente tem por objeto um bem jurídico comum, como o patrimônio, usando a tecnologia como um modo de operação para a sua prática, são crimes impróprios, esse tipo de crime atinge um “bem imaterial não reconhecido no armazenamento de informação, insuscetível de apreensão como objeto” (DURBANO, [2019]).

Existem também, os crimes cibernéticos puros que são aqueles em que o próprio dispositivo informático é o alvo do criminoso (DURBANO, [2019]). Dessa forma, pode-se dizer que o “crime de informática puro toda e qualquer conduta ilícita que tenha por objetivo exclusivo o sistema de computador, seja pelo atentado físico ou técnico do equipamento e seus componentes, inclusive dados e sistemas” (COSTA, 1997, p. 3).

Já os crimes impuros, são “aqueles em que os meios eletrônicos funcionam como ambiente para a prática de delito em que o objeto jurídico tutelado já encontra respaldo legislativo em um tipo penal comum” (MONTEIRO, 2010, p. 45). Já os cibercrimes mistos ocorrem quando a rede do dispositivo é utilizada como meio para a prática destes delitos (DURBANO, [2019]). Nos crimes virtuais comuns, ocorrem as práticas penais já previstas em lei, mas que foram concretizadas por meio da informática, nos quais “a conduta ilícita em si já é objeto de punição” (MONTEIRO, 2010, p. 45). Enquanto, nos crimes específicos as infrações cometidas ainda não teriam previsão legal específica.

Há ainda a questão da competência, pois a internet é um espaço ilimitado e sem fronteiras e

as informações podem ser acessadas de qualquer lugar do planeta. De acordo com as leis com os arts. 5º e 6º do Código Penal, o Brasil pode criminalizar determinada conduta, mas esta proibição somente valerá para os usuários e provedores do território brasileiro. Percebe-se que existe um “conflito de competência entre o foro do local de onde partiu a ofensa, do domicílio do ofendido e do infrator e ainda, do local onde o ofendido tomou ciência da ofensa” (VIDAL, 2015, p. 7-8). *In verbis*:

Art. 5º - Aplica-se a lei brasileira, sem prejuízo de convenções, tratados e regras de direito internacional, ao crime cometido no território nacional.  
[...]

Art. 6º - Considera-se praticado o crime no lugar em que ocorreu a ação ou omissão, no todo ou em parte, bem como onde se produziu ou deveria produzir-se o resultado. (BRASIL, 1940)

Por fim, um dos maiores problemas de penalizar os crimes virtuais, dar-se em razão da dificuldade de identificar a autoria do delito pois o próprio meio digital facilita o anonimato do usuário, o uso de uma identidade falsa ou até que uma pessoa se passe por outra. O anonimato favorece o criminoso. O comportamento e as intenções do indivíduo por trás do computador estão escondidos pela falta de identificação, podendo realizar estes crimes por anos, até que seja detectado.

Esse suposto anonimato dificulta a identificação do agressor no mundo digital, e esta impessoalidade pode agravar esta “epidemia” de agressões virtuais, pois a inexistência do contato real, direto dessensibiliza os agressores com os sofrimentos e danos provocados, promovendo a sensação de impunidade (LUCCHESI; HERNANDEZ, 2018, p. 7-8).

Outra questão refere-se à materialidade do crime, haja vista que as evidências dos crimes cometido *online* podem ser facilmente apagadas ou perdidas em um curto espaço de tempo. E ainda, devido a suas forma e prática diferenciadas, as informações criminosas “costumam estar misturadas a uma grande quantidade de dados legítimos, demandando uma análise apurada pelos técnicos e peritos que participam da persecução penal” (VIDAL, 2015, p. 7).

Assim como as outras instituições do Direito, o estupro também faz parte da construção histórica e mutável dos crimes, trata-se de uma evolução natural dos costumes e das pessoas. O estupro virtual é consequência desta evolução e, portanto, a partir desse contexto cabe aos pesquisadores analisar essa nova forma de interação criminosa.

#### 4.1 ESTUPRO VIRTUAL

O ordenamento jurídico brasileiro encontra-se diante de uma nova realidade jurídica, novos crimes como *ciberbullying*<sup>8</sup>, *revenge porn*<sup>9</sup>, *sextortion*<sup>10</sup>, tornaram-se cada vez mais veiculados pela mídia. Em março de 2020, o país chocou-se diante da notícia de que um universitário foi condenado pela 8ª Câmara Criminal do Tribunal de Justiça do Rio Grande do Sul, por estupro virtual de uma criança de 10 anos. Ao julgar o caso, a relatora Fabianne Breton Baisch indicou que havia provas contundentes da intenção do acusado de praticar atos libidinosos com a vítima, o que de fato aconteceu (UNIVERSITÁRIO, 2020).

As condutas de *sextortion* e estupro virtual não devem ser confundidas pois, utilizar a expressão *sextortion* como sinônimo de estupro seria ampliar o conceito de extorsão a ponto de abranger dentro dele, o crime de estupro. Apesar disso, ameaçar alguém de divulgar conteúdo sexual privado com o fim de obter vantagem econômica, configura crime de extorsão (LUCCHESI; HERNANDEZ, 2018, p. 13).

O crime de estupro virtual pode ser definido como “uma violência sexualmente explícita indesejada, forçada ou não consensual comportamento realizado por usuários virtuais, entre si, agindo por meio representações em um ambiente virtual” (DANAHER, 2018, p. 5). Significa dizer que não há um único comportamento de constitui a violência sexual online, este crime pode ser consumado por diversas práticas, por exemplo, o caso que aconteceu no Estado do Piauí em 2017, onde a foi registrada a primeira prisão por estupro virtual no Brasil, na qual um homem usava um perfil falso da rede social Facebook e ameaçava as vítimas a exibirem fotos íntimas delas (PIAÚÍ, 2017).

Outro caso aconteceu em 2018 na Grande Vitória/ES, onde um jovem que foi preso após 13 denúncias criava um perfil falso e enviava o link para as vítimas, que continha supostas fotos nuas delas, a vítima ao clicar no link tinha seu perfil hackeado por onde o criminoso descobria outras fotos íntimas já compartilhadas na rede social e começava a ameaçá-la ou então ele criava um outro perfil e iniciava um relacionamento falso com a vítima, ganhava sua confiança e ela começava a enviar fotos para ele (MACHADO, 2018).

No dia 03 de julho de 2020 foi apresentado, pelo Deputado Lucas Redecker, o Projeto de Lei nº

8 Cyberbullying é a violência praticada contra alguém, através da internet ou de outras tecnologias relacionadas ao mundo virtual. Sendo a ação com o objetivo de agredir, perseguir, ridicularizar e/ou assediar. Disponível em: <https://www.politize.com.br/cyberbullying-o-que-e/#:~:text=Cyberbullying%20%C3%A9%20a%20viol%C3%Aancia%20praticada,%2C%20ridicularizar%20e%20Fou%20assediar>. Acesso em: 12 out. 2020.

9 A Revenge Porn ou “pornografia da vingança” consiste em se utilizar de imagens ou vídeos, previamente e voluntariamente angariados no decorrer de um relacionamento afetivo, para revidar algo desconfortável que sucedeu na relação. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2019-jul-30/opinio-revenge-porn-eficacia-mecanismos-repressao>. Acesso em: 12 out. 2020.

10 Sextortion ocorre quando os utilizadores, adultos ou menores, aceitam numa rede social partilhar comunicações vídeo com exposição íntima e do foro sexual. Ao fazê-lo, as pessoas envolvidas e que se acabaram de expor, passam a ser vítimas do crime de extorsão, porquanto lhe são solicitados pagamentos de montantes elevados para que os vídeos ou imagens acabadas de obter, por parte dos criminosos, não sejam divulgadas na Internet ou partilhadas pelos “amigos” da rede social. Disponível em: <https://www.policiajudiciaria.pt/alerta-ao-cidadao-prevencao-criminal-sextortion/>. Acesso em: 12 out. 2020.

3628/2020 e que propõe aumentar as penas do crime de estupro de vulnerável e tipifica a conduta de estupro virtual de vulnerável (BRASIL, 2020). De acordo com o art. 2º do referido projeto, o Código Penal deverá passar a vigorar com as seguintes alterações:

**Estupro virtual de vulnerável**

Art. 217-B. **Assediar, instigar ou constranger, por qualquer meio de comunicação, menor de 14 (catorze) anos** a se exibir de forma pornográfica ou sexualmente explícita:

Pena – reclusão, de 4 (quatro) a 12 (doze) anos.

Parágrafo único. Incorre na mesma pena quem pratica as ações descritas no caput com alguém que, por enfermidade ou deficiência mental, não tem o necessário discernimento para a prática do ato.

[...] (grifo nosso) (BRASIL, 2020)

Para a configuração do crime de estupro virtual, percebeu-se que devem estar presentes as mesmas características do crime de estupro, ou seja, deve haver o constrangimento da vítima a praticar ato libidinoso mediante violência ou grave ameaça, ainda que sem contanto físico porém com um agravante por ser consumado no meio virtual ou por qualquer outro meio de comunicação.

No atual ordenamento jurídico brasileiro, já existe um delito similar, chamado de crime de divulgação de cena de estupro ou de cena de estupro de vulnerável, de cena de sexo ou de pornografia, tipificado no art. 218-C do Código Penal, que foi introduzido pela Lei nº 13.718/18. *In verbis*:

**Divulgação de cena de estupro ou de cena de estupro de vulnerável, de cena de sexo ou de pornografia** (Incluído pela Lei nº 13.718, de 2018)

Art. 218-C. Oferecer, trocar, disponibilizar, transmitir, vender ou expor à venda, distribuir, publicar ou divulgar, por qualquer meio - **inclusive por meio de comunicação de massa ou sistema de informática ou telemática** -, fotografia, vídeo ou outro registro audiovisual que contenha **cena de estupro ou de estupro de vulnerável ou que faça apologia ou induza a sua prática, ou, sem o consentimento da vítima, cena de sexo, nudez ou pornografia:** (Incluído pela Lei nº 13.718, de 2018)

Pena - reclusão, de 1 (um) a 5 (cinco) anos, se o fato não constitui crime mais grave. (Incluído pela Lei nº 13.718, de 2018)

Aumento de pena (Incluído pela Lei nº 13.718, de 2018)

§ 1º A pena é aumentada de 1/3 (um terço) a 2/3 (dois terços) se o crime é praticado por agente que mantém ou tenha mantido relação íntima de afeto com a vítima ou com o fim de vingança ou humilhação. (Incluído pela Lei nº 13.718, de 2018) (grifo nosso) (BRASIL, 1940)

No entanto, este crime não abrange a conduta do praticante do estupro, somente aquele que divulga as cenas do fato, o que não é de perto, adequado o suficiente para penalizar aquele que submete uma pessoa a praticar atos libidinosos contra sua vontade. A principal preocupação em criminalizar a conduta do estupro de vulnerável realizado pelo meio virtual, é justamente devido à fragilidade do menor de 14 anos, que ainda não possui clareza o suficiente para vislumbrar os perigos à sua frente. Crianças e adolescentes são, por sua definição, os mais vulneráveis devido ao

seu estado desenvolvimento, e que por isso precisam de toda proteção estatal e familiar para que possam completar a sua evolução de forma plena e saudável.

Considerando as informações obtidas sobre o estupro virtual, percebeu-se que este crime não pode ser tratado como um mero ataque por meio da realidade digital. Para existir, o estupro virtual precisa passar da condição física para o mental, onde os mais afetados são os estados emocional e psicológico, ou seja, para que seja consumado, não é necessária sequer a presença física do criminoso. O estupro virtual é uma violência contra a mente. (MACKINNON, 1997)

Deve ressaltar que, esta modalidade criminosa por ocorrer *online* não deve ficar restringida a internet ou as redes sociais que são acessadas por múltiplos usuários ao mesmo tempo, mas também aos mundos dos *videogames* com acesso à internet, onde crianças e adolescente costumam jogar diariamente.

Por fim, conclui-se que, as propriedades do estupro virtual que são reais e são aptas para criminalizá-lo, pois causam os mesmos danos que os estupro físico. De fato, a abordagem legal para a criminalização desta conduta é complexa, mas não omissa pois a lei que tipifica o crime de estupro de vulnerável já existe. Desta feita, é possível a aplicação da mesma pena do estupro consumado no meio físico quanto ao meio virtual.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o estupro seja um crime mundialmente reprovável, a nova modalidade o estupro virtual é pouca conhecida. Na nova realidade social, onde a grande parte das interações ocorrem pela internet é necessário um cuidado especial no rastreamento de crimes cibernéticos. O fato de a realidade virtual não ter um caráter físico não torna os crimes cometidos nela menos perigosos, pelo contrário, o anonimato fornecido pela rede é a oportunidade perfeita para o cometimento de crimes, vez que muitos dados são perdidos rapidamente ou, ainda, sem possibilidade de rastreamento.

O complexo das relações do mundo virtual é tão importante quanto do mundo real, são capazes de gerarem os mesmos prejuízos sofridos pelos crimes tradicionais. Isto é, uma violência sexual sofrida que afeta a mente da vítima possui a mesma potencialidade de causar traumas tão severos quanto a violência física, e as consequências penais ou sociais também devem ser as mesmas.

O estupro virtual de vulnerável não precisa, necessariamente, ser taxado como um novo crime, no entanto, por ser um crime que atinge crianças e adolescentes ainda vulneráveis e em desenvolvimento, deve ter um tratamento especial por parte Estado por meio de ações que conscientizam, informam e incentivam os pais, responsáveis, professores e os próprios menores a se resguardarem com medidas preventivas contra este tipo de ataque.

Finalmente, conclui-se que, o estupro virtual é um fenômeno emergente, e infelizmente, é provável que prevalecerá nos próximos anos, na medida que a sociedade se aprofunda cada vez mais na realidade digital. É importante dar destaque a este tipo de violência e sua classificação apropriada



para que seja possível responsabilizar legalmente os praticantes deste crime, especialmente quando a vítima for menor de 14 anos.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Daniel Freire e. **Um tribunal internacional para a internet**. São Paulo: Almeidina, 2015. ISBN 9788584930340. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788584930340/>. Acesso em: 26 abr. 2020.

ARAÚJO, Gabriela Moraes Lopes de. **Estupro virtual: a lesão da liberdade sexual no ciberespaço**. 2019. Monografia (Bacharel em Direito) - Unievangélica, Anápolis, 2019. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/1336/1/Monografia%20-%20Gabriela%20Lopes.pdf>. Acesso em: 11 out. 2020.

BARROSO, Luís Roberto. **A dignidade da pessoa humana no direito constitucional contemporâneo: natureza jurídica, conteúdos mínimos e critérios de aplicação**. 11 dez. 2010. Disponível em: [https://www.luisrobertobarroso.com.br/wp-content/uploads/2010/12/Dignidade\\_texto-base\\_11dez2010.pdf](https://www.luisrobertobarroso.com.br/wp-content/uploads/2010/12/Dignidade_texto-base_11dez2010.pdf). Acesso em: 05 set. 2020.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 15 set. 2020.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 678, de 6 de novembro de 1992**. Promulga a convenção americana sobre direitos humanos (Pacto de São José da Costa Rica), de 27 de novembro de 1969. Brasília, 3 nov. 1992. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d0678.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d0678.htm). Acesso em: 15 set. 2020.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940**. Código Penal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 dez. 1940. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del2848compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm). Acesso em: 23 ago. 2020.

\_\_\_\_\_. **Projeto de lei nº 3.628, de 03 de setembro de 2020**. Aumenta as penas do crime de estupro de vulnerável e tipifica a conduta de estupro virtual de vulnerável. Brasília: Câmara dos Deputados, [2020]. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=B3E1840DAC8CF8B9D626C83A530A5E17.proposicoesWebExterno2?codteor=1909910&filename=Tramitacao-PL+3628/2020](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=B3E1840DAC8CF8B9D626C83A530A5E17.proposicoesWebExterno2?codteor=1909910&filename=Tramitacao-PL+3628/2020). Acesso em: 11 out. 2020.

\_\_\_\_\_. **Requerimento nº 2, 14 de maio de 2003**. Requerem a criação de Comissão Parlamentar Mista de Inquérito com a finalidade de investigar as situações de violência e redes de exploração sexual de crianças e adolescentes no Brasil. Brasília, Senado Federal: 15 maio 2003. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/57649>. Acesso em: 11 out. 2020.

\_\_\_\_\_. Superior Tribunal de Justiça. **Súmula 593**. O crime de estupro de vulnerável se configura com a conjunção carnal ou prática de ato libidinoso com menor de 14 anos, sendo irrelevante eventual consentimento da vítima para a prática do ato, sua experiência sexual anterior ou existência de relacionamento amoroso com o agente. Brasília, DF: Superior Tribunal de Justiça,

[2017]. Disponível em: [https://ww2.stj.jus.br/docs\\_internet/revista/eletronica/stj-revista-sumulas-2017\\_46\\_capSumulas593-600.pdf](https://ww2.stj.jus.br/docs_internet/revista/eletronica/stj-revista-sumulas-2017_46_capSumulas593-600.pdf). Acesso em: 04 out. 2020.

CAPEZ, Fernando; PRADO, Stela. **Código penal comentado**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. [Ebook]

COSTA, Marco Aurélio Rodrigues da. **Crimes de informática**. [S. l.], 1997. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/1826/crimes-de-informatica/3>. Acesso em: 16 mai. 2020

DANAHER, John. **The Law and Ethics of Virtual Sexual Assault**. Cheltenham, UK: Edward Elgar Press, 2018. Disponível em: <<https://philpapers.org/archive/DANTLA.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2020.

DIMOULIS, Dimitri. **Dicionário brasileiro de direito constitucional**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. [Ebook]

DURBANO, Vinicius. **Crimes cibernéticos: saiba onde denunciar caso você seja vítima**. [S. l.], [2019]. Disponível em: <https://ecoit.com.br/crimes-ciberneticos/>. Acesso em: 16 mai. 2020.

ESTEFAM, André. **Homossexualidade, prostituição e estupro: um estudo à luz da dignidade humana**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788547210571/>. Acesso em: 04 out. 2020.

GRECO, Rogério. **Código Penal: comentado**. 11. ed. Niterói: Impetus, 2017. [Ebook]

LUCCHESI, Ângela Tereza; HERNANDEZ, Erika Fernanda Tangerino. **Crimes virtuais: cyberbullying, revenge porn, sextortion, estupro virtual**. Revista Officium, v. 1, 2018. Disponível em: <https://facdombosco.edu.br/wp-content/uploads/2018/12/%C3%82ngela-Tereza-Lucchesi-Erika-Fernanda-Tangerino-Hernandez-crimes-virtuais-Copia.pdf>. Acesso em: 12 out. 2020.

MACHADO, Martha de Toledo. **A proteção constitucional de crianças e adolescentes e os direitos humanos**. 1. ed. Barueri: Manole, 2003. [E-Book]

MACHADO, Viviane. **Estupro virtual é descoberto e jovem é preso por ameaçar vítimas no ES**. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/es/espírito-santo/noticia/2018/08/15/estupro-virtual-e-descoberto-e-jovem-e-presos-por-ameacar-vitimas-no-es.ghtml>. Acesso em: 21 out. 2020.

MACKINNON, Richard. **Virtual Rape**. Journal of Computer-Mediated Communication, [S. l.], v. 2, 1 mar. 1997. Disponível em: <https://academic.oup.com/jcmc/article/2/4/JCMC247/4584404>. Acesso em: 21 out. 2020.

MARCÃO, Renato; PLINIO, Gentil. **Crimes contra a dignidade sexual: comentários ao Título VI do Código Penal**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2015. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502228009/>. Acesso em: 05 set. 2020.

MENDES, Gilmar Ferreira; BRANCO, Paulo Gustavo Gonet. **Curso de direito constitucional**. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2014. [E-Book]

MONTEIRO, Renato Leite. **Crimes eletrônicos: uma análise econômica e constitucional**. 2010. 192

p. Dissertação de Mestrado (Mestre em Direito) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - Ceará, 2010. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/teste/arqs/cp142465.pdf>>. Acesso em: 16 mai. 2020.

NUCCI, Guilherme de Souza. **Crimes contra a dignidade sexual**. 5. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2014. [Ebook]

NUCCI, Guilherme de Souza. **Manual de direito penal**. 16. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2020. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788530988333/>>. Acesso em: 23 ago. 2020.

**PIAUI decreta a primeira prisão por 'estupro virtual' do Brasil**. 2017. Disponível em: <https://catracalivre.com.br/cidadania/piaui-decreta-primeira-prisao-por-estupro-virtual-do-brasil/>. Acesso em: 21 out. 2020.

UNIVERSITÁRIO é condenado pelo TJ-RS por estupro virtual de criança. **Revista Consultor Jurídico**, 3 mar. de 2020. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2020-mar-03/universitario-condenado-tj-rs-estupro-virtual-crianca>. Acesso em: 11 out. 2020.

VIDAL, Rodrigo de Mello. **Crimes virtuais**. 2015. Dissertação (Mestrado em Direito Público) - Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: [http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/crimes\\_virtuais.pdf](http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/crimes_virtuais.pdf). Acesso em: 11 out. 2020.

## CULTURAS AGROENERGÉTICAS UTILIZADAS PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL

Aldriene Divina Costa da Silva<sup>1</sup>

Micaele Rodrigues de Souza<sup>2</sup>

Matheus Martins Daúde<sup>3</sup>

Solange Aparecida Ságio<sup>4</sup>

### RESUMO

Os impactos ambientais causados pelo intenso uso de combustíveis fósseis impulsionam a realização de vários estudos nas últimas décadas voltados a culturas energéticas. Atualmente, o maior produtor mundial de etanol é os Estados Unidos que utiliza, para este fim, a cultura do milho (*Zea mays*). O Brasil se apresenta como o segundo maior produtor de culturas energéticas, fazendo uso, principalmente, da cultura da cana-de-açúcar. Entretanto, a cultura da batata-doce tem atraído bastante atenção do setor energético, devido ao alto teor de amido presente em sua composição. No Estado do Tocantins, há trabalhos referentes ao melhoramento genético da batata-doce visando a produção de etanol, indicando o seu enorme potencial para ser utilizada na cadeia produtiva de biocombustíveis. O etanol produzido por culturas agroenergéticas pode, futuramente, substituir o combustível fóssil, pois existem muitas culturas com potencial para serem empregadas com essa finalidade. Contudo, ainda é necessária uma maior consolidação por meio de pesquisas para a inserção dessas culturas na cadeia produtiva do etanol. Assim, nesta revisão bibliográfica, são abordadas as principais culturas empregadas para a produção de biocombustível, como a batata-doce.

**Palavras-chave:** Biocombustíveis. Agroenergia. Batata-doce. Matéria-prima.

### ABSTRACT

*The environmental impacts caused by the intense use of fossil fuels, has driven the accomplishment of several studies in the last decades turned to energy cultures. Currently the largest world producer of ethanol is the United States and the major raw material used for this purpose is corn (*Zea mays*). Brazil presents itself as the second largest producer, using mainly the culture of sugarcane. However, the sweet potato crop has attracted a lot of attention from the energy sector, due to the high starch content present in its composition. In the State of Tocantins there are works carried out regarding the genetic improvement of sweet potatoes aiming at the production of ethanol, indicating its enormous potential to be used in the biofuel production chain. Ethanol produced by agro-energetic crops may replace fossil fuel in the future, as there are many crops with the potential to be used for this purpose. However, further consolidation through research is still needed to insert these into the ethanol production chain. Thus, this bibliographic review addresses the main crops used to produce this biofuel, as well as potential crops such as sweet potatoes.*

**Keywords:** Biofuels. Agroenergy. Sweet Potatoes. Feedstock.

1 Mestre em Agroenergia. Universidade Federal do Tocantins-UFT, Campus de Palmas. E-mail: [aldriene.divina@gmail.com](mailto:aldriene.divina@gmail.com)

2 Mestranda em Agroenergia. Universidade Federal do Tocantins-UFT, Campus de Palmas. E-mail: [micaele.souzasp@gmail.com](mailto:micaele.souzasp@gmail.com)

3 Mestrando em Agroenergia. Universidade Federal do Tocantins-UFT, Campus de Palmas. E-mail: [matheusdaude@gmail.com](mailto:matheusdaude@gmail.com)

4 Professora Doutora da Pós-graduação em Agroenergia. Universidade Federal do Tocantins-UFT. E-mail: [solangesagio@uft.edu.br](mailto:solangesagio@uft.edu.br)

## 1 INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais causados pelo intenso uso de combustíveis fósseis impulsionaram a realização de vários estudos voltados a culturas energéticas nas últimas décadas (FIERRO et al., 2019). Tais estudos, de forma geral, têm por intuito estabelecer matérias-primas, tipos de tecnologia de processamento e os setores de implantação mais adequados para atender aos quesitos econômicos, sociais e ambientais necessários para se ter uma cadeia sustentável (ACHEAMPONG et al., 2017).

Os biocombustíveis representam um segmento da bioenergia e o etanol é considerado um dos principais biocombustíveis empregados no país (ANP, 2019a), podendo ser obtido por meio de matérias-primas que apresentam altos teores de sacarose, como por exemplo, a cana-de-açúcar (BRINKMAN et al., 2018) e a beterraba açucarada (DE LAPORTE e RIPPLINGER, 2018); altos teores de amido como a cultura do milho (ZABED et al., 2016) e da mandioca (INTARAMAS et al., 2019); ou altos teores de celulose como é o caso do bagaço da cana-de-açúcar (HAQ et al., 2020) e a palha de arroz e do trigo (PASSOTH e SANDGREN, 2019).

Dessa maneira, as matérias primas empregadas para produção de etanol são classificadas em: biomassa açucarada, biomassa amilácea e biomassa celulósica. Os dois primeiros tipos de biomassa citados produzem o que é chamado de etanol de primeira geração (1G) e a utilização da biomassa celulósica gera o etanol de segunda geração (2G) (DAMAY et al., 2018).

Atualmente, o maior produtor mundial de etanol é os Estados Unidos (com 60,79 bilhões de litros) e a matéria-prima majoritária utilizada para este fim é a cultura do milho (*Zea mays*). O Brasil se apresenta como o segundo maior produtor (com 29,98 bilhões de litros), fazendo uso principalmente da cultura da cana-de-açúcar (UDOP, 2020). Contudo, o emprego de uma maior diversificação de matérias primas tem despertado interesse, principalmente pelo fato de permitir a participação do pequeno agricultor nessa cadeia (TABORDA et al., 2015), além de afetar diretamente os custos da produção e, ainda, evitar a prevalência de pragas e doenças que podem ser geradas pelo monocultivo (EMBRAPA, 2018).

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) é considerada uma cultura essencial devido ao seu conteúdo nutricional e geneticamente diversa, o que favorece seu uso na nutrição animal e humana (FAO, 2020). Além disso, tem atraído bastante atenção do setor energético, pelo alto teor de amido presente em sua composição, apresentando-se como uma matéria-prima alternativa para a produção de etanol (SWAIN, MISHRA e THATOI, 2013; COSTA et al., 2018).

No Estado do Tocantins, desde 1997, vem sendo desenvolvidos trabalhos na área de melhoramento genético da batata-doce (MOMENTÉ et al., 2004; SILVEIRA et al., 2008). Buscando uma produção de etanol em larga escala, tem sido levado em consideração a produtividade de raízes e a resistência a pragas e doenças de solo (MARTINS et al., 2012; CHAVES et al., 2013; DE SANTANA et al., 2013), sendo estas as características mais importantes para a melhoria da cultura (OKADA

et al., 2019). Segundo a literatura, a batata-doce industrial apresenta potencial para ser usada na complementação do setor sucroalcooleiro, podendo ser aproveitada em períodos da entressafra da cana-de-açúcar, como também em solos que não permitem o cultivo da cana-de-açúcar (SILVEIRA et al., 2014).

O objetivo deste estudo foi realizar um levantamento de dados sobre as principais culturas empregadas para a produção de etanol, assim como culturas potenciais como a batata-doce. A busca de dados foi realizada por meio da plataforma *Web of Science*, utilizando os seguintes termos: ethanol; energy; biofuel; feedstock; sucrose; cellulose e starch. Foram também utilizados o nome científico e comum (em inglês) das culturas aqui pesquisadas.

## **2 CULTURAS AGROENERGÉTICAS UTILIZADAS PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL**

### **2.1 MILHO**

O milho (*Zea mays*) pertence à ordem Gramineae, família Poaceae (gramínea), gênero *Zea*. É a única cultura agrícola que já ultrapassou 1 bilhão de toneladas, sendo considerada uma cultura fundamental para agricultura brasileira, estando presente em todas as regiões do país (ECKERT et al., 2018; EMBRAPA, 2019).

Atualmente, o maior produtor da cultura é os Estados Unidos com 370.960 mil toneladas (safra 2017/2018) (CONAB, 2018a), mais de um terço da safra é utilizada para a produção de etanol. Em média, apenas nos Estados Unidos, 1.095 milhão de barris são produzidos por dia (UDOP, 2020).

O Brasil é o segundo maior exportador de milho, responsável por 25% do total mundial de vendas. Mesmo não sendo o maior produtor da cultura, o país tem apresentado aumento de área, aumento de produção e aumento de produtividade superior ao crescimento dos Estados Unidos (EMBRAPA, 2019; UDOP, 2020). A cultura do milho, juntamente com as culturas de soja, arroz e algodão, representa 94,5% da safra do país, sendo estas definidas como as principais culturas aqui produzidas, ocupando 63 milhões de hectares (CONAB, 2019a).

A crescente produção do milho se dá pela sua elevada demanda, devido a sua extensa aplicação que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia (CONAB, 2019b). Acredita-se que este cereal tenha mais de 3.500 aplicações (MIRANDA, 2018), apresentando-se como um dos principais componentes da ração animal (CONAB, 2018a); um alimento básico para a humanidade, sendo responsável juntamente com o arroz e o trigo por mais de 40% das calorias ingeridas (FAO, 2019); principal cultura utilizada para produção de etanol (UDOP, 2020) e largamente empregado na indústria para a produção, por exemplo, de plásticos biodegradáveis (CAZÓN et al., 2017).

Tal fato ocorre devido a composição do milho, pois este é constituído por cerca de 70% de amido (JOHNSTON e MOREAU, 2017), que é um dos principais compostos que tem sido empregados pela indústria (NIU et al., 2017; ENGEL, AMBROSI e TESSARO, 2019; QIN et al., 2020), por ser abundante,

barato, biodegradável e comestível (CAZÓN et al., 2017).

A produção do etanol utilizando o amido difere-se do processo feito a partir da cana-de-açúcar apenas nas etapas iniciais. Como o amido é um polissacarídeo, é necessário o processo de hidrólise, que tem por objetivo a quebra da molécula originando açúcares fermentáveis. Pelo fato deste processo ser uma etapa a mais para obtenção de etanol, a aquisição do biocombustível a partir destas matérias-primas é mais onerosa do que o obtido a partir de fontes açucaradas (EMBRAPA, 2009; ECKERT et al, 2018).

## 2.2 CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) pertence à família Poaceae (Gramínea), ao gênero *Saccharum* e tem como seu centro de origem a Nova Guiné (LUCCHESI, 2001). Seu caule é rico em sacarose, sendo esta extraída, purificada, e aplicada, principalmente, como matéria-prima na indústria alimentícia ou na produção de etanol (EMBRAPA, 2017a).

A criação do Proálcool no Brasil, em 1975, incentivou o cultivo desta cultura, pois objetivava substituir parcialmente a gasolina devido aos altos preços do petróleo importado e, também, revitalizar o setor sucroalcooleiro (GOLDEMBERG, 2017). Consequentemente, o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar com mais de 600 milhões de toneladas produzidas na safra 2018/2019 e espera-se um aumento de 3,6 % na próxima safra. Além disso, o país se apresenta como o segundo maior produtor de etanol, sendo pioneiro na utilização deste em larga escala como combustível. Mais de 50% da cana-de-açúcar produzida foi direcionada para produção de biocombustível, atingindo na safra anterior um novo recorde de produção com 33,14 bilhões de litros (ANP, 2019b; CONAB, 2019b; UDOP, 2020). Levando em consideração os dados disponíveis da última safra, a produção de etanol/ha é de aproximadamente 6.211 litros (UDOP, 2019; CONAB, 2020).

O amplo cultivo da cana-de-açúcar está diretamente ligado à sua aplicação em distintos segmentos industriais, pois até mesmo a partir do seu resíduo (bagaço) é possível a geração de energia elétrica, o que favorece não apenas a economia dentro das usinas, bem como a venda da energia excedente (EMBRAPA, 2017a; CONAB, 2018b).

O etanol obtido a partir da cultura da cana-de-açúcar pode ser tanto de primeira geração como de segunda geração (DAMAY et al., 2018), pois ele pode ser produzido não apenas da sacarose presente no colmo, como também da celulose e hemicelulose presente nas folhas. As folhas da cana-de-açúcar são constituídas por 44% de celulose, 28% de hemicelulose e 10 % de lignina (MOODLEY e KANA, 2015). Por meio do processo de hidrólise é possível decompor a celulose e hemicelulose, gerando açúcares fermentáveis (JUTAKRIDSADA et al., 2019). Outros produtos provenientes do uso da cultura é a cachaça, o açúcar e a rapadura que são produzidas em pequenas fábricas (CONAB, 2019b).

A implantação e o crescimento da produção de etanol, assim como a de outros produtos derivados da cana-de-açúcar no Brasil, são favorecidos principalmente pela localização geográfica do país que apresenta uma grande diversidade de microclimas, possibilitando a produção da cultura em diferentes períodos de tempo (CONAB, 2019b). Contudo, sabe-se que, por mais que seja cultivada em quase todas as regiões do país, o que significa diversos tipos de solo e sob a influência de diferentes condições climáticas, tais ambientes influenciam diretamente na produtividade e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar (MIRANDA et al., 2020). Tal fato resultou no desenvolvimento de diversos trabalhos voltados para esta cultura, visando pesquisar desde a qualidade do solo (CHERUBIN et al., 2019) tolerância a herbicidas (KHAN et al., 2019) pragas e doenças (AHMED et al., 2019), como também estudos sobre o teor de sacarose (KUMAR et al., 2017) e o balanço de carbono (WEILER et al., 2019), já que o principal intuito é a substituição dos combustíveis fósseis por biocombustíveis para se reduzir a emissão de gases de efeito estufa (GEE).

Estudos de cenários, concentrados na região centro-sul do Brasil, indicam que a expansão da produção de etanol no país ainda por meio do uso da cultura em questão, pode aumentar em 2030 o PIB nacional em bilhões de dólares e impactar de maneira significativa a geração de empregos (BRINKMAN et al., 2018).

### 2.3 BATATA-DOCE

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é uma dicotiledônea, pertencente à família das Convolvuláceas e ao gênero ipoméia. Esta cultura contém raízes de reserva (tuberosa) que são responsáveis pela absorção de água e extração de nutrientes do solo (EMBRAPA, 2008). Essas raízes armazenam energia na forma de carboidratos, sendo o amido o principal carboidrato de armazenamento. As proporções de amido variam entre as espécies e entre os órgãos da planta, mais especificamente na batata-doce o mesmo pode representar de 50 a 80 % da sua matéria seca (RUKUNDO et al., 2013; BAHAJI et al., 2014). As raízes tuberosas podem ser aplicadas em vários setores industriais (alimentício, pecuária e energético) sendo assim, a principal parte de interesse comercial da batata-doce (OKADA et al., 2019).

O alto teor de amido, presente nas raízes da batata-doce, possibilita seu uso como matéria-prima para produção de etanol e biopolímeros, como o plástico biodegradável (SILVEIRA et al., 2014; WIDODO, WAHYUNINGSIH e UEDA, 2015). Além disso, pode ser cultivada sob diversas condições climáticas, principalmente em locais onde a temperatura média é acima de 24°C, com baixo custo para implantação das lavouras e pode ainda ser produzida em terras menos férteis, o que favorece a sua aplicabilidade no setor bioenergético (SILVEIRA et al., 2014; SEBRAE, 2017).

Desse modo, a ampla diversidade climática na qual a batata-doce pode ser cultivada permite seu plantio em todo o mundo. Contudo, o país de maior destaque na produção desta cultura é a China com 72.031.782 toneladas, o que corresponde a mais de 80% da produção mundial, já o Brasil



representa somente 0,30% da produção total (FAOSTAT, 2016; FAOSTAT, 2017).

Dados demonstram que uma tonelada de cana-de-açúcar produz 80 litros de etanol, valor muito abaixo de 158 litros de combustível produzidos quando aplicado a batata-doce como matéria-prima (EMBRAPA, 2016a). Dessa forma, a produção de etanol a partir da batata-doce é interessante, não somente pela alta produtividade, mas também por ser aceito como um álcool fino aplicável ao mercado farmacêutico, indústria de cosmético e bebidas. Para o mercado de biocombustível, especialmente para o Brasil, esse álcool também se mostra atrativo, uma vez que atende os parâmetros técnicos exigidos pela Agência Nacional de Petróleo (ANP) e pode ser comercializado na forma de álcool anidro ou hidratado (SILVEIRA et al., 2014).

## 2.4 OUTRAS CULTURAS AGROENERGÉTICAS

Uma cultura agroenergética é aquela utilizada na produção de biocombustíveis, ou queimada para gerar eletricidade ou calor (EMBRAPA, 2012a). As culturas energéticas podem ser classificadas também, como plantas lenhosas ou herbáceas, das quais muitas são gramíneas da família Poaceae como a cana-de-açúcar e o milho (MOREIRA, SANTOS e FAVARÃO, 2014). O uso de uma maior diversificação de matérias-primas para este fim favorece uma maior expansão dos locais de produção de biocombustíveis, bem como crescimento da produção.

A utilização de plantas lenhosas neste setor resulta na produção de etanol de segunda geração (biomassa celulósica), que se difere do processo em que se obtém o etanol de primeira geração devido as etapas de pré-tratamento e hidrólise da celulose que são feitas antes da fermentação (ANP, 2016).

O eucalipto é um exemplo de cultura energética lenhosa que pode ser empregada para produção de etanol (JONKER et al., 2019; CHU et al., 2018) e tem se apresentado como uma alternativa bastante interessante, por ser já amplamente utilizada para a produção de papel e celulose. A indústria de papel e celulose, segundo dados do MAPA (2019), detém de 35% das florestas plantadas no país e a grande demanda pela cultura do eucalipto tem impulsionado de tal maneira a sua produção, que, atualmente, o Brasil produz em média por ano 35,7 metros cúbicos por hectare, que juntamente com a produção de pinus coloca o país na liderança do ranking global de produtividade florestal (MAPA, 2019).

A quantidade de resíduos resultantes do processamento da madeira é que tem tornado o eucalipto uma matéria prima vantajosa para produção de etanol, pois cerca de 10 a 12 % (v / v) do total de biomassa colhida é representada pela casca (LIMA et al., 2013). Romani et al. (2019), ao avaliarem a composição química da casca de *Eucalyptus nitens*, observaram que o seu principal composto são polissacarídeos (60%). Além disso, nesse estudo, por meio do pré-tratamento com organossolventes foi possível observar um rendimento de etanol de 98,7% o que comprova a viabilidade do uso dessa biomassa para produção de biocombustíveis.

*Outra forma que a madeira do eucalipto é empregada com fim energético é na produção de lenha, sendo está a finalidade mais comum (EMBRAPA, 2014). Magalhães et al., (2017) ao analisar a densidade energética desse tipo de madeira relatou um valor máximo de 2.912.983,7 kcal /m<sup>3</sup>.*

Outra matéria-prima lenhosa potencial para produção de bioetanol e que também é amplamente utilizada como lenha são os pinheiros. Os briquetes produzidos a partir dos resíduos dos processamentos mecânico e químico da madeira de Pinus por exemplo, apresentam uma densidade energética entre 3.951.241,98 a 4.161.994,56 kcal/m<sup>3</sup> (JUNIOR et al., 2019). Quanto a produção de etanol a partir deste tipo de material, estudos têm sido realizados buscando estabelecer processos eficientes (AL-AHMAD, 2018; DONG et al., 2018). Dong et al., (2018) em sua pesquisa alcançaram um aumento de concentração de 27% de etanol por tonelada, resultando em uma concentração de 82,3 g/L, segundo os pesquisadores a concentração obtida excede os limites técnicos e econômicos da destilação de etanol em escala industrial.

Quanto a plantas herbáceas que podem ser empregadas na produção de etanol há, por exemplo, a cultura da mandioca (*Manihot esculenta*), que já tem sido utilizada para esta finalidade em países como a China e a Tailândia (FELIPE, ALVES e VIEIRA, 2013). Esta matéria-prima pode ser utilizada para a produção de etanol de primeira geração devido ao alto teor de amido em sua composição (POONSRISAWAT et al., 2017) e pode, também, ser matéria-prima para produção de etanol de segunda geração e energia, por meio do uso de resíduos como a própria casca e caule (SELVAKUMAR et al., 2019; SIVAMANI et al., 2019). Segundo pesquisas realizadas por Aso et al. (2019), o biometano produzido a partir de resíduos de casca provenientes de 1000 kg de mandioca, pode gerar energia suficiente para processar 1000 kg de mandioca.

O capim elefante (*Pennisetum purpureum*) é uma outra opção que tem se apresentado de forma bem atrativa na produção de etanol (FONTOURA, BRANDÃO e GOMES, 2015), devido seu alto teor de celulose, produção de biomassa e crescimento rápido (EMBRAPA 2012b, 2016b e 2017b). Mazzarella, Seguchi e Ferreira (2015) fizeram um estudo comparativo entre o capim elefante e o eucalipto visando atender à demanda energética, e por meio de uma avaliação geral de balanços energéticos, observaram que o capim elefante sobressai ao eucalipto, que é uma fonte energética já consolidada. Outras pesquisas tem sido desenvolvidas para se estabelecer as condições ideais para a produção de etanol a partir desse capim, alcançando resultados promissores, como concentrações de etanol superiores a de outras biomassas celulósicas (TSAI et al., 2018; CAMPOS et al., 2019).

Visando a produção de etanol, a cultura do sorgo (*Sorghum bicolor*) também tem sido foco de muitas pesquisas (DIALLO et al., 2019; ENCISO et al., 2019; GLAB et al, 2019). Além disso, a sua produção tem crescido principalmente por ser mais resistente à seca quando comparado ao milho, e por apresentar menores custos de produção, o que significa maior oferta da matéria-prima (CONAB, 2019c). Semelhante à cultura da cana-de-açúcar, o sorgo apresenta diferentes vias para obtenção do biocombustível, sendo possível produzir o etanol por meio da hidrólise do amido presente nos grãos, fermentação direta do suco extraído do sorgo ou hidrólise de folhas e/ou bagaço (APPIAH-NKANSAH

et al., 2019). Estudos indicam que o fato de se investir no sorgo com esta finalidade representa um crescimento extremamente significativo na produção de etanol celulósico (RIVERA-BURGOS, VOLENEC e EJETA, 2019).

## 2.5 BALANÇO ENERGÉTICO

O balanço energético define-se como sendo a ferramenta que contabiliza a energia disponível e a consumida em determinado sistema de produção, permitindo assim o aperfeiçoamento do sistema para se alcançar a sua sustentabilidade (DOS SANTOS e FONTANELI, 2010). Durante toda a cadeia de produção do etanol, há uma demanda de energia que deve ser compensada ao final, ou seja, a energia produzida a partir do etanol deve ser superior a que é consumida para produzi-lo, por isso para se atestar a viabilidade de uma matéria-prima deve ser realizado o seu balanço energético que indicará a eficiência de todo o processo (ANTERO, DA SILVA e DO VALE, 2019). Para a realização do balanço energético são avaliadas todas as atividades que integram o processo, partindo desde o cultivo da matéria-prima até a obtenção do biocombustível, empregando-se, por exemplo, análises do ciclo de vida, que tem por intuito avaliar as emissões de gases do efeito estufa (GEE) e os insumos energéticos utilizados como fertilizantes e produtos químicos (OLIVEIRA, SERRA e OLIVEIRA, 2014; KHATIWADA et al., 2016).

Estudos realizados na Indonésia, sobre o balanço energético do uso do melaço da cana de açúcar para a produção do etanol, verificaram que a fase de cultivo da cultura, principalmente devido a aplicação de fertilizantes nitrogenados é a que mais contribui no total de emissões de GEE. Em relação à etapa de produção do etanol (moagem e conversão), o principal responsável pelas emissões de GEE é a queima de bagaço. Quanto as emissões líquidas de GEE do ciclo de vida da conversão do melaço da cana em etanol são  $29 \text{ gCO}_{2\text{eq}}$  por MJ de etanol, reduzindo cerca de 67% das emissões ao se comparar com as emissões provenientes do uso da gasolina (KHATIWADA et al., 2016). Claro que esse percentual é variável, pois considera parâmetros específicos de onde os processos são realizados.

Contudo, outras pesquisas realizadas, por exemplo na Etiópia, concluíram também que a fase agrícola é responsável pelo maior parcela de impacto negativo, porém, mesmo assim o balanço energético da cadeia de produção do bioetanol a partir da cana-de-açúcar se apresenta positivo, ou seja, valor superior a 1, indicando que a energia obtida é superior a energia gasta (GABISA, BESSOU e GHEEWALA, 2019). Oliveira, Serra e Oliveira (2014) ao fazerem uma média sobre os valores de balanço energético encontrados na literatura para esta cultura chegaram a um balanço energético de 5,78.

A utilização de biomassa açucarada, como é o caso da cana-de-açúcar, geralmente apresenta um balanço energético melhor que as demais, devido à ausência do processo de hidrólise (ANTERO; DA SILVA; DO VALE, 2019).

Em relação à cultura do milho, mesmo está sendo a principal fonte global para produção de bioetanol, poucos trabalhos atuais relatam o seu balanço energético. Oliveira, Serra e Oliveira (2014) indicaram o balanço energético da cultura por meio de dados sobre gastos de energia disponíveis na literatura, alcançando um balanço energético de 1,2, próximo ao encontrado por Ortega-Blu et al. (2010) que obteve um balanço energético de 1,51. Resultado este bem inferior ao relatado para cana-de-açúcar.

Quanto à cultura da batata-doce, Lima e Silva et al. (2019), ao avaliar diferentes materiais genéticos e o balanço energético referente a cada um, obtiveram para os clones que produziram 50t/ha e 80t/ha um balanço energético de 7,16 e 7,68, respectivamente, indicando uma maior eficiência energética da cadeia de produção do etanol a partir desta matéria-prima do que outras fontes como a própria cultura do milho.

## 2.6 DESAFIOS E PERSPECTIVAS

No intuito de se reduzir as emissões de GEE e o aquecimento global, os biocombustíveis se apresentam como excelentes soluções, principalmente pela fixação de CO<sup>2</sup>, que ocorre durante o processo de fotossíntese feito pelas plantas (BUCHANAN, GRUISSEM e JONES, 2015; FIERRO et al., 2019). Dessa maneira, espera-se que os biocombustíveis aumentem a sua participação na matriz energética (EPE, 2017). Entretanto, como pode ser visto por meio do balanço energético, ainda é possível e necessário otimizar algumas etapas, especialmente a fase agrícola, uma vez que estudos já indicam que o cultivo da cana-de-açúcar, por exemplo, ocasiona perdas do estoque de carbono do solo, assim como impactos na qualidade do solo (DE OLIVEIRA BORDONAL et al., 2017).

Com isso, a tendência é buscar minimizar as perdas de carbono do solo e as emissões de GEE, por meio do manejo do solo como proposto no estudo de Weiler et al. (2019), que avaliaram diferentes métodos de preparo do solo para o cultivo da cana-de-açúcar fazendo uso do óxido nitroso, e ainda analisaram a provável dinâmica do carbono no solo nos próximos 30 anos, por meio de diferentes cenários.

Através deste estudo, concluíram que independentemente do método de preparo do solo utilizado, a remoção de 75% da palhada resulta na perda definitiva dos estoques iniciais de carbono do solo durante o período de 30 anos (WEILER et al., 2019), isso ocorre pelo fato da palhada representar não somente uma fonte de nutrientes para o solo, como também proteção contra erosão, redução da incidência solar direta ao solo e outros benefícios (DE OLIVEIRA et al., 2020). Assim, as perdas causadas pelo manejo do solo reduzem o potencial da economia de carbono, provenientes do etanol da cana-de-açúcar (WEILER et al., 2019).

Otimizar o próprio processo de síntese de etanol 2G e aplica-lo é uma proposta interessante e atrativa também, visto que devido à etapa de hidrólise da celulose, o processo apresenta custos mais elevados do que o etanol 1G (OLIVEIRA, SERRA e OLIVEIRA, 2014). Acredita-se que haverá

um aumento significativo nos próximos anos de biomassa apta ao aproveitamento energético (EPE, 2017). Em busca de tornar o processo mais vantajoso, Verardi et al. (2016) propõem o aprimoramento do material utilizado no processo de hidrólise de tal maneira que dispense a etapa de lavagem (etapa anterior à hidrólise), ocasionando uma redução do custo não apenas econômico, mas também energético.

Além disso, recentemente pesquisadores encontraram no Amazonas microrganismos capazes de produzir uma enzima que realiza de maneira simultânea os processos de fermentação e a sacarificação (etapas essenciais na rota de produção do etanol 2G), o que significa a redução de custos para a indústria, já que 30 a 50% do custo da produção deste biocombustível pode ser atribuído à fase de sacarificação (AGÊNCIA FAPESP, 2018; TOYAMA et al., 2018).

Estima-se uma oferta total de etanol de 44 bilhões de litros em 2026 no Brasil, o que indica uma crescente necessidade de matéria-prima e a incorporação de fontes alternativas para produção do biocombustível (EPE, 2017). Assim, espera-se uma maior consolidação por meio de pesquisas de culturas como a batata-doce e a mandioca, para a inserção destas na cadeia produtiva do etanol (LIMA e SILVA et al. (2019).

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A crescente demanda associada à necessidade da aplicação de políticas mais sustentáveis incentivam a realização de pesquisas mais intensas voltadas para culturas agroenergéticas, pois será por meio destes estudos que a consolidação da cadeia produtiva de etanol será obtida. O presente trabalho apresentou um levantamento de informações das duas principais matérias-primas (milho e cana-de-açúcar) aplicadas à produção do etanol, bem como, informações sobre culturas potenciais, indicando os pontos que precisam ainda serem trabalhados para se tornarem viáveis e qual a necessidade de se buscar novas fontes para a produção deste importante biocombustível. Assim, foi possível concluir que matérias-primas como a batata-doce são fontes promissoras para serem aplicadas nesse segmento da bioenergia.

### **REFERÊNCIAS**

ACHEAMPONG, M. et al. In pursuit of Sustainable Development Goal (SDG) number 7: Will biofuels be reliable? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 75, p. 927-937, 2017.

AGENCIA FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO- FAPESP. Descoberta na Amazônia enzima-chave para obtenção do etanol de segunda geração. 2018. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/descoberta-na-amazonia-enzima-chave-para-obtencao-do-etanol-de-segunda-geracao/27778/>. Acesso em 19 jan. 2020.

AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTIVEIS- ANP. Etanol. 2016. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/component/content/article/2-uncategorised/202-etanol-2>.

Acesso em 26 jan. 2020.

AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS- ANP. Biocombustíveis. 2019a. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/biocombustiveis>. Acesso em 26 maio 2020.

AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS- ANP. Etanol. 2019b. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/etanol>. Acesso em 22 jan. 2020.

AHMED, M. S. et al. Somaclonal variations for red rot and sugarcane mosaic virus resistance and candidate genes integrity assessment in somaclones of selected sugarcane varieties (*Saccharum officinarum* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, v. 56, n. 1, 2019.

AL-AHMAD, H. Biotechnology for bioenergy dedicated trees: meeting future energy demands. *Zeitschrift für Naturforschung C*, v. 73, n. 1-2, p. 15-32, 2018.

ANTERO, R. V. P.; DA SILVA, D. B.; DO VALE, A. T. Balanço energético da produção de etanol a partir da cana-de-açúcar e aspectos da produção brasileira atual. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v. 7, n. 3, p. 399-412, 2019.

APPIAH-NKANSAH, N. B. et al. A review of sweet sorghum as a viable renewable bioenergy crop and its techno-economic analysis. *Renewable Energy*, 2019.

ASO, S. N. et al. Biogasification of Cassava Residue for On-Site Biofuel Generation for Food Production with Potential Cost Minimization, Health and Environmental Safety Dividends. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, v. 38, n. 4, p. 10, Jul 2019.

BAHAJI, A. et al. Starch biosynthesis, its regulation and biotechnological approaches to improve crop yields. *Biotechnology Advances*, v. 32, n. 1, p. 87-106, 2014.

BRINKMAN, M. L. et al. Interregional assessment of socio-economic effects of sugarcane ethanol production in Brazil. *Renewable and sustainable energy reviews*, v. 88, p. 347-362, 2018.

BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*. 2ª Edição. West Sussex, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2015.

CAMPOS, B. B. et al. ELEPHANT GRASS (*Pennisetum purpureum* Schumach) IS A PROMISING FEEDSTOCK FOR ETHANOL PRODUCTION BY THE THERMOTOLERANT YEAST *Kluyveromyces marxianus* CCT 7735. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, v. 36, n. 1, p. 43-49, 2019.

CAZÓN, P.; VELAZQUEZ, G.; RAMÍREZ, J. A.; VÁZQUEZ, M. Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review. *Food Hydrocolloids*, v. 68, p. 136-148, 2017.

CHAVES, P. P. N. et al. Reação de genótipos de batata-doce a nematóides de galhas em condições de temperatura elevada. *Bioscience Journal*, v. 29, n. 6, 2013.

CHERUBIN, M. R. et al. Sugarcane straw removal: Implications to soil fertility and fertilizer demand in Brazil. *Bioenergy Research*, v. 12, n. 4, p. 888-900, 2019.

- CHU, Q. et al. Two-stage pretreatment with alkaline sulphonation and steam treatment of Eucalyptus woody biomass to enhance its enzymatic digestibility for bioethanol production. *Energy conversion and management*, v. 175, p. 236-245, 2018.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. Análise mensal: milho Brasília, DF. Out. 2018a.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar - Safra 2017/18. Brasília, DF: Conab, v. 4, n. 4, quarto levantamento, abr. 2018b.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. Perspectivas para agropecuária -Safra 2018/2019. Brasília, DF: Conab, v. 6, ago. 2018c.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. Perspectivas para agropecuária -Safra 2019/2020. Brasília, DF: Conab, v. 7, out. 2019a
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar – Safra 2019/2020. Brasília, DF: Conab, v. 6, n. 3, terceiro levantamento, dez. 2019b.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. Acompanhamento da safra brasileira grãos-Safra 2018/2019. Brasília, DF: Conab, v. 6, n. 7, sétimo levantamento, abril 2019c.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar – Safra 2019/2020. Brasília, DF: Conab, v. 6, n. 4, quarto levantamento, abril 2020.
- COSTA, D. et al. Life Cycle Assessment of Bioethanol Production from Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) in an Experimental Plant. *BioEnergy Research*, v. 11, n. 3, p. 715-725, 2018.
- DAMAY, J. et al A novel hybrid first and second generation hemicellulosic bioethanol production process through steam treatment of dried sorghum biomass. *Bioresource technology*, v. 263, p. 103-111, 2018.
- DE LAPORTE, A. V.; RIPPLINGER, D. G. Economic viability of energy beets (*Beta vulgaris*) as advanced biofuel feedstocks. *Industrial crops and products*, v. 111, p. 254-260, 2018.
- DE OLIVEIRA B. R. et al. Changes in quantity and quality of soil carbon due to the land-use conversion to sugarcane (*Saccharum officinarum*) plantation in southern Brazil. *Agriculture, ecosystems & environment*, v. 240, p. 54-65, 2017.
- DE SANTANA, W. R. et al. Identificação agronômica de genótipos de batata-doce em banco de germoplasma para fins industriais de etanol carburante. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, v.7, n.1, p.31-34, 2013.
- DE OLIVEIRA, M. H. R. et al. Gestão dos resíduos pós colheita da cana-de-açúcar no cerrado: uso da palhada versus contribuição econômica/Management of waste after harvesting sugarcane in the cerrado: use of strawing versus economic contribution. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 1, p. 3406-3421, 2020.

DIALLO, B. et al. Produção de biomassa, composição química e produção teórica de etanol para diferentes genótipos de sorgo energético cultivados em terras marginais da China. *Culturas e produtos industriais*, v. 137, p. 221-230, 2019.

DONG, C. et al. Feasibility of high-concentration cellulosic bioethanol production from undetoxified whole Monterey pine slurry. *Bioresource technology*, v. 250, p. 102-109, 2018.

DOS SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. Conversão e balanço energético de sistemas de produção para cereais de inverno, sob plantio direto. Embrapa Trigo-Capítulo em livro científico (ALICE), 2010.

ECKERT, C. T. et al. Maize ethanol production in Brazil: characteristics and perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 82, p. 3907-3912, 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Cultura da batata-doce. Embrapa Hortaliças, jun./2008. (Sistemas de produção, 6) ISSN 1678-880X Versão Eletrônica. 2008. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/cultivares/bat-doce.htm>. Acesso em: 13 mar. 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Indicações de Aspectos Tecnológicos sobre o Bioetanol de Matéria-prima Amilácea. Embrapa Informática Agropecuária Campinas, SP. 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/581052/1/doc941.pdf>. Acesso em 23 jan. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Cenários territoriais para 15 produtos agroenergéticos. 2012a. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/953669/1/DOC12.pdf>. Acesso em 31 maio 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Soluções tecnológicas: Capim Elefante - BRS Kurumi. 2012b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/9/capim-elefante---brs-kurumi>. Acesso em 29 maio 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Cultivo de eucalipto em propriedades rrais: diversificação da produção e renda. 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/121607/1/Apostila-Serie-TT-Eucalipto.pdf>. Acesso em 26 maio 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Fepagro e Embrapa lançam nova cultivar de batata-doce na Expoagro. 2016a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/10803441/fepagro-e-embrapa-lancam-nova-cultivar--de-batata-doce-na-expoagro>. Acesso em 10 jan. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Nova cultivar de capim-elefante apresenta produtividade 30% maior. 2016b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17002039/nova-cultivar-de-capim-elefante-apresenta-produtividade-30-maior>. Acesso em 29 maio 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Sistema de produção de cana-de-açúcar para agricultura familiar. Alternativas para a diversificação da Agricultura familiar



de Base Ecológica, 2017a. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/168067/1/Sergio-dos-Anjos-Documento-443-web.pdf>. Acesso em 18 jan. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Soluções tecnológicas: Silagem de Capim elefante – alto rendimento e baixo custo. 2017b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/4790/silagem-de-capim-elefante--alto-rendimento-e-baixo-custo>. Acesso em 29 maio 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -EMBRAPA. Visão 2030 - o futuro da agricultura brasileira. Embrapa, p. 212, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829?version=1.1>. Acesso em 15 jan. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA –EMBRAPA. SÉRIE DESAFIOS DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO (NT2) Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos. 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195075/1/Milho-caracterizacao.pdf>. Acesso em 24 jan. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA-EPE. Plano decenal de expansão de energia 2026: Oferta de Biocombustíveis. 2017. Disponível em: [http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-40/topico-74/Cap8\\_Texto.pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-40/topico-74/Cap8_Texto.pdf). Acesso 22 jan. 2020.

ENCISO, J. et al. Energy sorghum production under arid and semi-arid environments of Texas. *Water*, v. 11, n. 7, p. 1344, 2019.

ENGEL, J. B.; AMBROSI, A.; TESSARO, I. C. Development of a Cassava Starch-Based Foam Incorporated with Grape Stalks Using an Experimental Design. *Journal of Polymers and the Environment*, v. 27, n. 12, p. 2853-2866, 2019.

FELIPE, F. I.; ALVES, L. R. A.; VIEIRA, R. M. Fécula de mandioca Produção na Tailândia versus Brasil. *Mercado & Negócios*. 2013.

FIERRO, A. et al. Multi-scale integrated assessment of second generation bioethanol for transport sector in the Campania Region. *Journal of Cleaner Production*, v. 217, p. 409-422, 2019.

FONTOURA, C. F.; BRANDÃO, L. E.; GOMES, L. L. Elephant grass biorefineries: towards a cleaner Brazilian energy matrix?. *Journal of Cleaner Production*, v. 96, p. 85-93, 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS-FAO. Statistical Databases. Disponível em: <http://www.fao.org/>. Acesso em: 3 set. 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS-FAO. BSF Project - Fourth Cycle. Disponível em: <http://www.fao.org/plant-treaty/areas-of-work/benefit-sharing-fund/projects-funded/bsf-details/fr/c/1198877/?Iso3=png>. Acesso em 22 de jan. 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS-FAO. Commodities by country. Disponível em: [http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/commodities\\_by\\_country](http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/commodities_by_country). Acesso em 7 jan. 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS-FAO. Estatística Banco de Dados da Food and Agriculture Organization das Nações Unidas. Roma, Itália, 2016. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/home/E>. Acesso em: 20 set. 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS-FAO. FAO no Brasil. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1195175/>. Acesso em 24 jan. 2020.

GABISA, E. W.; BESSOU, C.; GHEEWALA, S. H. Life cycle environmental performance and energy balance of ethanol production based on sugarcane molasses in Ethiopia. *Journal of Cleaner Production*, v. 234, p. 43-53, 2019.

GŁĄB, L. et al. Comparison of the energy efficiency of methane and ethanol production from sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) with a variety of feedstock management technologies. *Biomass and Bioenergy*, v. 129, p. 105332, 2019.

GOLDEMBERG, J. Atualidade e perspectivas no uso de biomassa para geração de energia. *Revista Virtual Química*, v. 9, n. 1, p. 15-28, 2017.

HAQ, I. U. et al. Enzymatic hydrolysis of *Saccharum officinarum* lignocellulosic biomass by genetically modified hyperthermophilic cellulases. *Pakistan Journal of Botany*, v. 52, n. 1, p. 311-315, 2020.

INTARAMAS, Kanpichcha et al. Sequential catalytic-mixed-milling and thermohydrolysis of cassava starch improved ethanol fermentation. *Food and bioproducts processing*, v. 114, p. 72-84, 2019.

JOHNSTON, D. J.; MOREAU, R. A. A comparison between corn and grain sorghum fermentation rates, distillers dried grains with solubles composition, and lipid profiles. *Bioresource technology*, v. 226, p. 118-124, 2017.

JONKER, J. G. et al. Economic performance and GHG emission intensity of sugarcane-and eucalyptus-derived biofuels and biobased chemicals in Brazil. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, v. 13, n. 4, p. 950-977, 2019.

JÚNIOR, E. A. B. et al. Briquetagem dos resíduos dos processamentos mecânico e químico de *Pinus* spp. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 36, n. 3, p. 26522, 2019.

JUTAKRIDSADA, P. et al. Bioconversion of *Saccharum officinarum* Leaves for Ethanol Production Using Separate Hydrolysis and Fermentation Processes. *Waste and biomass valorization*, v. 10, n. 4, p. 817-825, 2019.

KHAN, M. F. et al. Genetic modification of *Saccharum officinarum* for herbicide tolerance. *Cytology and Genetics*, v. 53, n. 3, p. 239-249, 2019.

KHATIWADA, D. et al. Energy and GHG balances of ethanol production from cane molasses in Indonesia. *Applied Energy*, v. 164, p. 756-768, 2016.

KUMAR, D. et al. Stability analysis for cane and sugar yield of advanced sugarcane (*Saccharum*

- officinarum) genotypes. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 2017.
- LIMA E SILVA, L. F. et al. Balanços energético e econômico para produção de etanol a partir de batata-doce. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 54, 2019.
- LIMA, M. A. et al. Effects of pretreatment on morphology, chemical composition and enzymatic digestibility of eucalyptus bark: a potentially valuable source of fermentable sugars for biofuel production—part 1. *Biotechnology for biofuels*, v. 6, n. 1, p. 75, 2013.
- LUCCHESI, A. A. SUGARCANE (In Brazilian). In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. (Ed.). *Ecophysiology of extractive crops: sugarcane, rubber, coconut, oil palm and olive*. Piracicaba: Cosmópolis Stoller do Brasil, 2001. v. 1. p. 13-45.
- MARTINS, E. C. A. et al. Variabilidade fenotípica e divergência genética em clones de batata doce no estado do Tocantins. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 4, p. 691-697, 2012.
- MAGALHÃES, M. A. de et al. Estimativas de massa e energia de diferentes materiais genéticos de eucalipto. *Revista Árvore*, v. 41, n. 3, 2017.
- MAZZARELLA, V. N. G.; SEGUCHI, H. J. M.; FERREIRA, P. H. Balanço energético do capim elefante vs eucalipto. *Engineering Sciences*, v. 3, n. 1, p. 19-36, 2015.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO-MAPA. Ministério da Agricultura aprova plano nacional de florestas plantadas para fortalecer o segmento no Brasil. 2019. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/dia-mundial-do-meio-ambiente>. Acesso em 27 jan. 2020.
- MIRANDA, A. S. et al. Yield and technological performance of sugarcane cultivars grown under Af climate conditions. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 41, n. 1, p. 73-82, 2020.
- MIRANDA, R. A. de. Uma história de sucesso da civilização. *A Granja*, v. 74, n. 829, p. 24-27, jan. 2018.
- MOMENTÉ, V. G. et al. Seleção de cultivares de batata-doce adaptados à produção de biomassa, via programa de melhoramento, visando à produção de álcool no estado do Tocantins. *Horticultura brasileira*, v. 22, n. 2, 2004.
- MOODLEY, P.; KANA, E. G. Optimization of xylose and glucose production from sugarcane leaves (*Saccharum officinarum*) using hybrid pretreatment techniques and assessment for hydrogen generation at semi-pilot scale. *International journal of hydrogen energy*, v. 40, n. 10, p. 3859-3867, 2015.
- MOREIRA, A.; SANTOS, M. Z.; FAVARÃO, S. C. M. Características agronômicas de cultivares de milho para produção de mini milho. *Revista Em Agronegócios e Meio Ambiente*, v. 7, n. 3, p. 633-643, 2014.
- NIU, D. et al. Preparation of maltotriitol-rich malto-oligosaccharide alcohol from starch. *Process Biochemistry*, v. 52, p. 159-164, 2017.
- OKADA, Y. et al. Estudos de Associação Geral do Genoma (GWAS) para Resistência ao Rendimento

e ao Gorgulho em Batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). *Relatórios de células vegetais*, v. 38, n. 11, p. 1383-1392, 2019.

OLIVEIRA, L. M.; SERRA, J. C. V.; OLIVEIRA, K. B. M. Balanços energéticos da produção de etanol para diferentes matérias primas. *Geoambiente*, Jataí, n. 22, 2014.

ORTEGA-BLU, R. A. et al. Biocombustibles en Chile. I. Identificación y balance energético de la producción de materias primas y de biocombustibles. *Agrociencia*, v. 44, n. 6, p. 611-622, 2010.

PASSOTH, Volkmar; SANDGREN, Mats. Biofuel production from straw hydrolysates: current achievements and perspectives. *Applied microbiology and biotechnology*, v. 103, n. 13, p. 5105-5116, 2019.

POONSRISAWAT, A. et al. Simultaneous saccharification and viscosity reduction of cassava pulp using a multi-component starch-and cell-wall degrading enzyme for bioethanol production. *3 Biotech*, v. 7, n. 5, p. 290, 2017.

QIN, Y. et al. Development of active and intelligent packaging by incorporating betalains from red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel into starch/polyvinyl alcohol films. *Food Hydrocolloids*, v. 100, p. 105410, 2020.

RIVERA-BURGOS, L. A.; VOLENEC, J. J.; EJETA, G. Biomass and Bioenergy Potential of Brown Midrib Sweet Sorghum Germplasm. *Frontiers in Plant Science*, v. 10, 2019.

ROMANI, A. et al. Valorization of *Eucalyptus nitens* bark by organosolv pretreatment for the production of advanced biofuels. *Industrial crops and products*, v. 132, p. 327-335, 2019.

RUKUNDO, P. et al. Storage root formation, dry matter synthesis, accumulation and genetics in sweet potato. *Australian Journal of Crop Science*, v. 7, n. 13, p. 2054, 2013.

SELVAKUMAR, P.; KAVITHA, S.; SIVASHANMUGAM, P. Optimization of process parameters for efficient bioconversion of thermo-chemo pretreated *Manihot esculenta* crantz YTP1 stem to ethanol. *Waste and Biomass Valorization*, v. 10, n. 8, p. 2177-2191, 2019.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS- SEBRAE. Hortigranjeiros no Estado de Alagoas: Uma Análise evolutiva da comercialização dentro do IDERAL/CEASA-AL. 2017.

SILVEIRA, M. A. Batata-doce: uma nova alternativa para a produção de etanol. Instituto Euvaldo Lodi/Núcleo Central. Álcool combustível. (Série indústria em perspectiva). Brasília: IEL/NC, p. 109-122, 2008.

SILVEIRA, M. A. et al. A cultura da batata-doce como fonte de matéria-prima para o etanol. *Boletim Técnico UFT*. Palmas -TO, 2014. p. 45.

SIVAMANI, S.; BASKAR, R.; CHANDRASEKARAN, A. P. Response surface optimization of acid pretreatment of cassava stem for bioethanol production. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, p. e13335, 2019.

SWAIN, M. R.; MISHRA, J.; THATOI, H. Bioethanol production from sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) flour using co-culture of *Trichoderma* sp. and *Saccharomyces cerevisiae* in solid-state fermentation. *Brazilian archives of Biology and technology*, v. 56, n. 2, p. 171-179, 2013.

TABORDA, L. W. et al. Evaluation of the technical and economic feasibility of ethanol production in a pilot plant using sweet potatoes. *Custos e@groenegócio*, v. 11, n. 1, p. 245-262, 2015.

TSAI, M. et al. Evaluation of different pretreatments of Napier grass for enzymatic saccharification and ethanol production. *Energy Science & Engineering*, v. 6, n. 6, p. 683-692, 2018.

TOYAMA, D. et al. A novel  $\beta$ -glucosidase isolated from the microbial metagenome of Lake Poraquê (Amazon, Brazil). *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Proteins and Proteomics*, v. 1866, n. 4, p. 569-579, 2018.

UNIÃO NACIONAL DA BIOENERGIA-UDOP. Cana-de-açúcar Balanço da safra 2019/2020 indica expectativa de produção recorde de etanol no Centro-Sul. 2019. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2019/12/17/balanco-da-safra-2019-2020-indica-expectativa-de-producao-recorde-de-etanol-no-centro-sul.html>. Acesso em 26 maio 2020.

UNIÃO NACIONAL DA BIOENERGIA-UDOP. Etanol. 2020. Disponível em: <https://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=1178162>. Acesso em 10 jan.2020.

VERARDI, A. et al. Improving the enzymatic hydrolysis of *Saccharum officinarum* L. bagasse by optimizing mixing in a stirred tank reactor: Quantitative analysis of biomass conversion. *Fuel Processing Technology*, v. 149, p. 15-22, 2016.

WEILER, D. A. et al. Carbon Balance in Sugarcane Areas Under Different Tillage Systems. *BioEnergy Research*, v. 12, n. 4, p. 778-788, 2019.

WIDODO, Y.; WAHYUNINGSIH, S.; UEDA, A. Sweet potato production for bio-ethanol and food related industry in Indonesia: Challenges for Sustainability. *Procedia Chemistry*, v. 14, p. 493-500, 2015.

ZABED, H. et al. A comparative evaluation of agronomic performance and kernel composition of normal and high sugary corn genotypes (*Zea mays* L.) grown for dry-grind ethanol production. *Industrial Crops and Products*, v. 94, p. 9-19, 2016.

# ALVENARIA ESTRUTURAL E MÉTODO 3D: COMPARATIVO DE CUSTO PARA CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

Daniela Ramos Barbosa Lima<sup>1</sup>

Leomar Rodrigues Meira<sup>2</sup>

Alexon Braga Dantas<sup>3</sup>

## RESUMO

O artigo tem como objetivo apresentar um estudo comparativo de custo entre a construção por impressora 3D e alvenaria estrutural, pensando na necessidade de diminuir o déficit na construção de habitações de interesse social. Trata-se de um estudo bibliográfico, com abordagem quantitativa, fundamentada em análises feitas em artigos científicos, revistas, livros e documentos disponibilizados pela Caixa Econômica Federal com o intuito de buscar e avaliar as técnicas de construção adotada na problemática da pesquisa. Os principais resultados encontrados demonstraram que 18,5% dos custos com o método construtivo por alvenaria estrutural está relacionada ao revestimento. Levando em conta os métodos adotados foi notório a diferença de custo entre construção por impressora 3D e alvenaria estrutural, na qual a impressão pela ICON e WINSUN chegaram a ter uma redução nos custos de 50% e 39% quanto ao método de alvenaria estrutural, entretanto não foram levados em conta custos como instalação, mão de obra qualificada e aquisição do maquinário, o que não deixa de demonstrar que a aplicabilidade da impressão 3D pode causar mudanças significativas para o setor. Os dados levantados neste artigo podem contribuir com uma melhor visibilidade no sentido de mecanização dos processos construtivos, possibilitando a incrementação de métodos que possam contribuir com a redução de custos na construção de novas moradias. Pode-se afirmar que a utilização de impressoras 3D na construção demonstrou alto potencial de utilização e pode ser uma ferramenta capaz de diminuir os custos financeiros e ambientais, entretanto este pode ser um grande desafio para a construção civil.

**Palavras-chaves:** Alvenaria estrutural. Impressão 3D. Habitações de Interesse Social.

## ABSTRACT

*The article aims to present a comparative study of the cost between the construction by 3D printer and structural masonry, considering the need to reduce the deficit in the construction of social housing. This is a bibliographic study, with a quantitative approach, based on analyzes made in scientific articles, magazines, books and documents made available by Caixa Econômica Federal in order to seek and evaluate the construction techniques adopted in the research problem. The main results found demonstrated that 18.5% of the costs with the structural masonry construction method is related to the coating. Taking into account the adopted methods, the difference in cost between construction by 3D printer and structural masonry was notorious, in which the printing by ICON and WINSUN had a reduction in costs of 50% and 39% in relation to the method of structural masonry, however costs such as installation, qualified labor and acquisition of machinery were not taken into account, which shows that the applicability of 3D printing can cause significant changes*

1 Engenheira Civil pelo Centro Universitário Católica do Tocantins - UniCatólica – Email: danielarblima123@gmail.com

2 Engenheiro Civil pelo Centro Universitário Católica do Tocantins – UniCatólica – Email: leomarrodriquesmeira@gmail.com

3 Engenheiro Civil, Professor Mestre, do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Católica do Tocantins – UniCatólica – Email: alexon.dantas@catolica-to.edu.br

*for the sector. Therefore, the data collected in this article can contribute to a better visibility in the sense of mechanization of the construction processes, enabling the increase of methods that can contribute with the reduction of costs in the construction of new houses. Thus, the use of 3D printers in construction has demonstrated a high potential for use and can be a tool capable of reducing financial and environmental costs, however this can be a great challenge for civil construction.*

**Keywords:** Structural masonry. 3D printing. Social Interest Housing.

## 1 INTRODUÇÃO

Para o processo evolutivo, a área de construção civil é considerada uma das mais influentes em questão de desenvolvimento e organização da sociedade, pode-se observar que o setor possibilita o crescimento do país, pois possui ampla capacidade de geração de empregos diretos e indiretos no mercado de trabalho (JARDIM, 215). O termo construção civil, ao ser mencionado em um contexto, já remete à produção de casas e prédios e quando indagamos a respeito da realização desses projetos, deparamo-nos com o padrão: tijolos e concreto armado (MALAQUIAS, 2018). Desde a antiguidade, o homem já construía sua casa com que encontrava em volta. Entretanto o processo de evolução tem sido constante, como percebe-se na forma de construir, usando diferentes tipos de materiais, tanto pelo custo ou quanto pela adequação às questões de materiais mais sustentáveis (COSTA et al., 2017; STEEL FRAME, 2017).

A indústria da construção civil vem buscando desenvolver e empregar tecnologias eficientes na construção de habitações e moradias, em conjunto com a sustentabilidade e preservação do meio ambiente, visando aumentar a produtividade, diminuir o desperdício e o custo (COSTA et al., 2017; PORTO, 2016). Neste sentido, devido à vasta opção de sistemas construtivos, a construção com alvenaria estrutural tem tido destaque na estruturação de habitações sociais no Brasil. Isso ocorre devido às vantagens apresentadas pelos autores Roman et al. (1999), como por exemplo, a economia de aço, concretos e formas quando comparadas com as edificações construídas tradicionalmente com concreto armado.

As alvenarias na construção vem sendo empregada desde muito tempo, como forma estrutural de suporte, que segundo Borba (2018), tem sido aplicado em larga escala em produção de conjuntos habitacionais por possibilitar uma redução nos custos de produção quando comparado a outros métodos. Além de proporcionar benefícios como durabilidade, resistência a agentes agressivos, resistência à ação do fogo, incombustibilidade, isolante térmico, boa estanqueidade, possibilidade de ser composta de diversas formas, reaproveitável e ótima aceitação pela sociedade (RODRIGUES, 2013).

Segundo Takagaki (2012), outro método que vem se destacando timidamente nos últimos tempos é a impressão de casas 3D. Método ainda pouco difundido no Brasil, no entanto demonstra grandes vantagens, pois possibilita a utilização de diversos materiais como cera, polietileno, nylon, cerâmica, terra, resíduos reciclados, provenientes de construções executadas de forma tradicional,

demolições, aço inoxidável, titânio, alumínio, plásticos de engenharia como ABS e PLA (TAKAGAKI, 2012; PORTO, 2016). Além disso, essa tecnologia baseada em computador digital pode imprimir rapidamente materiais de construção, camada por camada, trazendo vantagens como, alta eficiência, baixo custo e proteção ambiental (JI et al., 2019).

Deste modo, devido à grande variedade de métodos e da necessidade de construção de habitações de interesse social, este estudo propõe responder, através da análise comparativa, de que forma a aplicação de alvenaria estrutura e método 3D pode influenciar nos custos para construção de habitações de interesse social? Objetiva avaliar a viabilidade da utilização desses métodos comparando os custos, pensando na necessidade de diminuir o déficit na construção de habitações de interesse social.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**

Em 1946, surgiu o primeiro programa habitacional no Brasil, durante o governo de Eurico Gaspar Dutra e se estendeu até a década de 1960, conhecido como Fundação de Casas Popular (FCP), ao qual não obteve muito êxito devido ao beneficiamento apenas das famílias mais próximas aos políticos (CORRÊA, 2019). Desde então, muitos programas foram criados, no entanto sem êxito. Já entre os anos de 1986 e 2003 surgiram os programas financiados pela Caixa Econômica apoiado por outras entidades, desde então o termo habitação popular ou habitação de interesse social (HIS) tem sido enredado em estudos que buscam solucionar a carência de moradia voltada a população de baixa renda (SOUSA, 2019).

As HIS têm implicações relevantes no desenvolvimento das cidades e na qualidade de vida proporcionada aos seus cidadãos. Entretanto, para que haja bons resultados, é necessária uma boa relação entre usuário e produto oferecido no âmbito dos programas habitacionais (BONATTO et al., 2011). Os autores Monteiro e Veras (2017) relatam que *déficit* de habitação no Brasil é uma problemática antiga e isso ocorre devido à distribuição desigual de renda, além das condições de comercialização e da produção de moradias, que impõem um alto valor nas moradias.

O crescimento atual do *déficit* brasileiro está na ordem de 7 milhões de moradias, sendo que deste, aproximadamente 80% está atrelado à população com renda de até três salários mínimos (OLIVEIRA et al., 2017). Em consequência disso, casas são construídas em grandes proporções sem nenhum planejamento, em locais irregulares sem acesso à infraestrutura.

Deste modo, fica explícita a desigualdade social. Logo, pessoas sem acesso às áreas regulares para construir suas residências geralmente por questões econômicas buscam, de qualquer forma, construir uma proteção teoricamente segura nas áreas irregulares (ROGOSKI, 2018). Uma alternativa para a resolução desta problemática habitacional, tem sido as HIS (habitação de interesse social),



pois se diferenciam das demais habitações, ao qual busca minimizar custos, tornando o projeto o mais simples possível (CECCHETTO et al., 2015).

O mesmo autor discorre ainda que as HIS têm como principal função a readequação das famílias que moravam em lugares irregulares. Assim, fica à cargo do poder público a construção desses loteamentos, garantindo o conforto e segurança, de modo a melhorar a qualidade de vida dos usuários. Santos (2011) conceitua HIS como uma construção não voltada apenas para população de baixa renda “um produto”, mas sim como um projeto que implica técnicas e processos que possam diminuir custos sem perder a qualidade, além de suprir as necessidades dos moradores.

## 2.2 ALVENARIA ESTRUTURAL

O método construtivo com alvenaria estrutural destaca-se pelo conceito de racionalização, organização e simplicidade na construção, que vem sendo utilizada desde a antiguidade, e ainda hoje permanece como uma alternativa para a construção de vários tipos de obras (NETO et al., 2015; MASO, 2017). Tauil e Nese (2010), descrevem a alvenaria estrutural como um conjunto de peças justapostas que devem se unidas com argamassa para a uma estruturação coesa, que deve ser firme e resistente às forças aplicadas pela própria carga de uso, além de desempenhar o papel de vedação, isolante térmico-acústico, proteção contra o fogo, entre outros.

O seu surgimento no Brasil ocorreu no final da década de 1960 com a construção dos primeiros edifícios com 4 pavimentos em São Paulo, e atualmente vem sendo uma técnica bastante executada devido à possibilidade de redução de custos em cerca de 25% a 30%, o que levou à adoção deste método construtivo para obras de programas habitacionais (SÁNCHEZ, 2013 e MOHAMAD et al., 2014). Maso (2017), destaca ainda que a alvenaria estrutural não se enquadra apenas como uma opção para construções de HIS, onde é utilizado em sua grande maioria, mas sim uma solução mais barata, rápida e racionalizada quando comparada aos métodos construtivos de concreto armado, podendo também ser utilizada em edificações de alto padrão.

Alguns especialistas consideram que paredes feitas alvenaria estrutural não apresentam nenhuma diferença estética, oferecem o mesmo conforto térmico e acústico não ficando atrás em relação a resistência térmica (MOREIRA, 2013;). Cotta et al. (2013) ressaltam que, mesmo existindo um preconceito quando o assunto é qualidade, a alvenaria estrutural atende a este critério, e não é só por não ter vigas que a construção vai cair.

### 2.2.1 Vantagens e desvantagens da alvenaria estrutural

A alvenaria estrutural possui vantagens em termos econômicos, como na redução de custos, menor diversidade de materiais empregados, maior rapidez de execução, dentre outras (CAMACHO, 2006). Os autores Ramalho e Corrêa (2003), destacam ainda que outra vantagem está relacionada à redução do número de profissionais da área de carpintaria, armaduras e montagens, vale ressaltar

também o menor desperdício de materiais que pode resultar também na minimização de imprevistos. Além disso, a alvenaria estrutural possui maior produtividade quando comparada à execução de estruturas em concreto armado convencional, podendo ser até duas vezes menor que o prazo de duração de uma obra em concreto armado (HOFMANN et al., 2012).

E quanto às desvantagens dentre elas estão, a restrição arquitetônica, pois devido às próprias paredes serem os sistemas de estrutura, não são permitidas mudanças futuras, ou mesmo arranjos arquitetônicos variados. Além disso, ela não permite reformas, grandes vãos livres e não admite improvisos (BISPO, 2018).

## 2.3 IMPRESSÃO 3D

Acredita-se que uma nova Revolução Industrial teve início, pois a popularização das impressoras 3D está alterando o modo de produção, já que com ela pode-se confeccionar objetos sólidos em três dimensões baseados em um desenho projetado no computador. Ou seja, trata-se de uma micro fábrica que possibilita a criação de produtos personalizados por um menor custo, menor prazo e com menos desperdício (ANDERSON, 2012).

A produção controlada por meio de computadores na impressão 3D, tem capacidade de produzir em escalas pequenas como na bioengenharia ou até grandes escalas como é o caso da construção civil (ANDERSON, 2012). Além disso, oferece uma gama de materiais que podem ser usados para impressão, tais como: cera, polietileno, nylon, cerâmica, terra, resíduos reciclados, aço inoxidável, titânio, alumínio, plásticos de engenharia como ABS e PLA (TAKAGAKI, 2012; PORTO, 2016). Poucas tecnologias oferecem tal versatilidade, a impressão 3D possibilita uma maior dinâmica no design das peças, uma vez que produz modelos nas mais variadas formas (ARAÚJO, 2016).

Wohlers e Gornet (2014) destacam que essa tecnologia surgiu em 1987, quando foi lançada pela 3DSystems, mediante uma tecnologia chamada esterolitografia, que consiste na solidificação de uma resina líquida por meio de um laser ultravioleta. Naquela época, o uso dessa tecnologia era quase que exclusivamente para visualizar modelos antes da produção. Desde então, a tecnologia começou a evoluir, possibilitando novas aplicações em diversos ramos, bem como na engenharia, medicina, arquitetura e outros (ARAÚJO, 2016).

### 2.3.1 Tecnologia 3D na construção civil

Mesmo nos tempos modernos, a construção civil ainda adota práticas construtivas artesanais que dependem da mão de obra humana na grande parte do processo. Entretanto, a impressão 3D está se alinhando à indústria 4.0, no sentido da mecanização dos processos construtivos mais eficientes (MAIA e SOUZA, 2018). A organização sem fins lucrativos New Story em parceria com a ICON, empresa provedora de tecnologias voltadas para a construção civil, construíram o primeiro protótipo de casa utilizando a tecnologia de impressão 3D.

A impressora foi projetada com o intuito de reduzir o déficit habitacional mundial, na Figura 1A esta ilustrada a impressora Vulcan que utiliza a técnica de *Contour Crafting* (NEW STORY, 2017).

**Figura 1-** Protótipo da impressora Vulcan da ICON (A), Impressão 3D da casa, com uma argamassa especial de alta resistência (B), Casa impressa em 3D, no canteiro de obras.



Fonte: ICON, 2017.

O primeiro protótipo foi construído inteiramente com uma argamassa especial de alta resistência, que demorou em torno de 24 horas para a conclusão da impressão (Figura 1B). Ainda, segundo a ICON, a casa impressa em 3D (Figura 1C) pode ter uma durabilidade igual ou maior que as casas construídas por alvenaria (ICON, 2017).

Florêncio et al. (2016); Maia e Souza (2018) destacam que esse processo se difere drasticamente dos métodos construtivos utilizados até hoje, pois trata-se também de uma possibilidade de evolução no processo de edificação em sua totalidade. Podendo afirmar que é possível “imprimir” uma edificação, como por exemplo o desenvolvimento da impressão em concreto, que vem gerando resultados promissores, não apenas no cenário de obras, mas sim em diversos aspectos do processo competitivo.

Segundo Khoshnevis (2012), “aumentando a escala das impressoras 3D convencionais, espera-se construir bairros inteiros de moradias dignas, utilizando uma fração do custo e do tempo em um ambiente muito mais seguro e oferecendo uma flexibilidade formal sem precedentes”.

A impressão 3D promete uma série de benefícios econômicos, para a sociedade e meio ambiente, trazendo algumas vantagens em relação ao processo construtivo convencional, tais como: redução de custos e de tempo da obra, precisão da execução, liberdade projetual, redução do impacto ambiental, otimização do processo de gerenciamento de projetos e obras, logística, possibilidade de redução do déficit habitacional (FLORÊNCIO et al., 2016).

### 2.3.2 Utilização de impressora 3D para produção de unidades habitacionais populares

A China foi a pioneira no projeto de utilização da impressão 3D para a construção de casas, prédios e escritórios, utilizando o método de *Contour Crafting*, a empresa WINSUN destaca que, para esse processo necessita-se de apenas 3 funcionários. Nesse processo, utiliza-se uma impressora fixa

na fábrica, na qual cada detalhe é impresso e só depois transportado para a obra (WINSUN, 2018). Pensando na maior eficiência do processo construtivo e na redução dos custos com transporte a empresa Huashang Tengda de Pequim criou um processo de impressão no local, que levou cerca de 45 dias para o fim da obra (PORTO, 2016).

Atualmente, essas impressoras já vêm sendo projetadas para que o tempo de construção seja ainda menor, como é o caso da impressora Vulcan, já citada anteriormente que pode levar cerca de 24 horas para a impressão de uma casa que varia de 56 a 74 m<sup>2</sup>. A empresa responsável pelo projeto da Vulcan destacou que essa tecnologia pode vir a ser uma grande aliada na redução do déficit habitacional no mundo (ICON, 2017).

No Brasil esse processo ainda é embrionário, entretanto a startup Inovahouse3D em conjunto com a Universidade Federal de Brasília - UNB é a primeira a estudar a aplicação de manufatura dentro do setor da construção civil. Em 2016, a empresa desenvolveu um protótipo do que viria a ser a impressora.

Além disso, a empresa destaca que esse projeto tem como prioridade facilitar o acesso a moradias de baixo custo, tendo em vista que, no Brasil, o déficit habitacional é crescente. O intuito é de gerar um impacto holístico sobre as questões ambientais, e acredita-se que a racionalização de materiais e, conseqüentemente, a redução de resíduos gerados pode ser um dos grandes feitos deste projeto (INOVAHOUSE3D, 2019). Ainda não foi construída nenhuma casa por impressão 3D no Brasil, entretanto acredita-se que em 2020, com o projeto Habita-se, a startup Inovahouse3D consiga colocar em prática o projeto que vem sendo estudado desde 2015.

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia adotada, pode ser definida como uma pesquisa bibliográfica, quantitativa, pois exigiu a determinação de variáveis após a delimitação da hipótese central que norteiam o estudo. Esse tipo de abordagem é objetiva, pontual e estruturada, ao qual exige instrumentos adequados para coleta de dados e uma intensa análise das variáveis traçadas pela dedução científica para a obtenção dos resultados (MURARO e CICHELERO, 2017). Por se tratar de um estudo comparativo entre dois métodos construtivos, as variáveis independentes estudadas foram os dois métodos (Alvenaria estrutural e construção por impressão 3D), nas quais cada uma constitui uma variável.

A variável dependente foi definida precisamente, como, valor final de cada método construtivo. A pesquisa bibliográfica está fundamentada em análises feitas em artigos científicos, revistas, livros e documentos disponibilizados pela Caixa Econômica Federal com o intuito de buscar e avaliar as técnicas de construção adotadas na problemática da pesquisa.

Inicialmente, foram coletados dados que permitiram um embasamento científico para a pesquisa, em sequência foi utilizado um projeto básico de uma casa térrea, disponibilizada no Banco de Projetos no site da Caixa Econômica Federal, e dados disponíveis no SINAPI referentes à

fevereiro de 2020 para o estado do Tocantins, considerando os encargos sociais não desonerados. Por fim, foram elaborados os orçamentos referentes à construção de uma casa térrea de 34m<sup>2</sup> de área construída.

#### 4. RESULTADOS

Para a análise comparativa dos custos entre os dois sistemas, alvenaria estrutural e construção por impressão 3D, foram adotados como base de pesquisa o projeto disponibilizado pela Caixa Econômica Federal. Foi elaborada uma planilha orçamentaria no programa Excel referente à unidade, para que fosse possível obter a comparação entre dos dois sistemas construtivos estudados. No que se refere aos custos indiretos com a aquisição de impressoras e depreciação, não foram considerados por falta de dados disponíveis na literatura. Somente será considerado o custo por metro quadrado.

##### 4.1 SIMULAÇÃO DE CUSTO GERAL DA OBRA UTILIZANDO O SISTEMA DE ALVENARIA ESTRUTURAL

O custo relacionados à construção de uma habitação popular considerando a área construída de 34 m<sup>2</sup>, em alvenaria estrutural, estão apresentados na Tabela1. Desta forma, foi considerado o Relatório de Insumos e Composições para o estado Tocantins, referente ao mês de fevereiro de 2020, com encargos sociais não desonerados.

**Tabela 1-** Custo do sistema construtivo em alvenaria estrutural, baseado nos dados do SINAP para o estado do Tocantins no ano de 2020.

ITEM	DESCRIÇÃO	CUSTO R\$
1	Paredes	1454,93
2	Fundação e Laje	3578,78
3	Esquadrias	3108,70
4	Revestimento	4949,60
5	Pavimentação	2248,39
6	Pintura	3706,58
7	Cobertura	3322,73
8	Instalações hidráulicas e sanitárias	876,48
9	Instalações elétricas, tomadas e iluminações	2074,17
10	Outros Gastos	1456,58
11	Custo Total	<b>26.698,59</b>

Fonte: AUTOR, 2020.

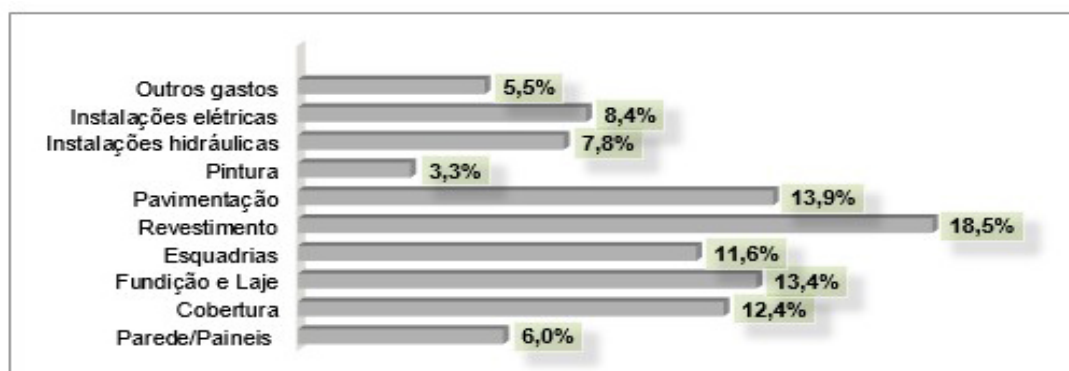
Baseado nos dados disponíveis na Tabela 1, pode-se observar que o valor obtido para o projeto avaliado foi de R\$785,25 por m<sup>2</sup> valor que corrobora com dados disponíveis na plataforma do IBGE

referente ao mês de março do ano de 2020 para uma casa popular, CP.1-2Q com 1 pavimento, varanda, sala, 2 quartos, circulação, banheiro e cozinha.

Segundo IBGE (2020), o custo do projeto por m<sup>2</sup> pode ter o padrão de acabamento definido em três tipos, como, padrão normal, com valor de R\$1.177,27 por m<sup>2</sup>; padrão baixo, com valor de R\$825,81 por m<sup>2</sup> e padrão mínimo, com valor de R\$717,90 por m<sup>2</sup>. Jesus e Barreto (2018) ao avaliarem o custo de um projeto de cerca de 42 m<sup>2</sup> produzido com alvenaria estrutural, obtiveram um valor de R\$509,54 por m<sup>2</sup>, dado este muito inferior ao descrito nesta pesquisa. Isto pode ser justificado devido aos valores disponíveis no relatório de insumos e composição disponibilizados para o estado ao qual se desenvolveu a pesquisa.

Na Figura 5, referente à porcentagem de gasto, observa-se que a despesa maior está relacionada ao revestimento que representa 18,5% do custo deste processo construtivo.

**Figura 2-** Diagrama de Custos em porcentagem.



Fonte: AUTOR, 2020.

Em estudo realizado por Moraes (2018), o autor observou uma porcentagem maior no custo da construção de vigas e pilares no processo construtivo de alvenaria convencional. Deste modo, observa-se que a redução do custo de uma construção em alvenaria estrutural pode estar ligada ao fato de não possuir vigas e pilares. O processo construtivo em alvenaria estrutural estudado por Jesus e Barreto (2018), mostrou-se satisfatório não somente quanto ao custo quando comparado a alvenaria convencional e sistema ICF, mas também em relação ao desempenho térmico e fluxo de atividade, demonstrando uma melhor relação custo-benefício.

#### 4.2 SIMULAÇÃO DE CUSTO DE OBRA UTILIZANDO O SISTEMA CONSTRUÇÃO POR IMPRESSÃO 3D

Para o cálculo dos custos da construção por impressão 3D, foram considerados dados de uma habitação popular do tipo CP.1-2Q com 1 pavimento, varanda, sala, 2 quartos, circulação, banheiro e cozinha, construída no estado do Tocantins, com os valores referentes ao custo de projeto por m<sup>2</sup>, desconsiderando as fundações, por tipo de projeto e padrão de acabamento aos dados publicados

pelo IBGE, no mês de dezembro de 2020. E para os dados de conversão da moeda, foi considerado o câmbio referente ao dia da pesquisa, no mês de março de 2020 (Tabela 2).

No processo construtivo, utilizando impressão 3D os materiais empregados podem ser o grande diferencial, em alguns casos utiliza-se uma mistura de concreto ou resíduos de demolição de construções, concentrando pouca mão de obra, o que contribui para a redução dos custos. Quanto aos valores referentes à instalação da impressora e mão de obra fixa, não se tem dados referente ao custo na literatura. Neste sentido, os subsídios utilizados na pesquisa estão disponíveis na Tabela 2 referentes as tecnologias, WINSUN, ICON e APIS COR, a tabela resume os dados de qualidade, custo e eficiência.

**Tabela 2-** Cotação do Dólar frente ao Real e resumo qualitativo das principais tecnologias adotadas.

VARIAÇÃO DA MOEDA			
Cotação do Dólar (22 de abril de 2020)			5,40
Técnica para impressão em 3D	Acabamento da Obra	Custo Operacional	Produtividade
WINSUN	Padrão	4800 Dólares	Em torno de 2,34 m <sup>2</sup> /hora
ICON	Padrão	4000 Dólares	Em torno de 1,65 m <sup>2</sup> /hora
APIS COR	Alto	10134 Dólares	Em torno de 1,58 m <sup>2</sup> /hora

**Fonte:** BANCO CENTRAL, 2020; QUEIROGA, 2019 e APIS COR, 2017.

Observa-se na Tabela 2 que a impressão realizada pela WINSUN apresenta maior produtividade, com acabamento considerado bom, por um preço bastante acessível. Em seguida, a ICON apresenta bons resultados em relação ao custo operacional, entretanto a produtividade é mais baixa. Ainda assim as duas empresas já construíram protótipos de casas que tiveram uma duração no processo construtivo em torno de 24 horas. Existe a possibilidade destas empresas imprimirem estruturas de casas populares em um tempo mais reduzido quando comparado à construção por alvenaria, além disso a aprovação desta tecnologia para o setor pode ser um divisor de águas. Avalia-se que a diferença está ligada tanto ao custo, quanto à eficiência de cada uma.

Na Tabela 3, estão dispostos os resultados em relação aos gastos, em reais, para a construção de uma habitação de interesse social.

**Tabela 3-** Valores de projeto considerando uma casa no padrão de uma casa popular.

BASE DE DADOS, ANO	CUSTO POR m <sup>2</sup> R\$	ÁREA CONSTRUIDA m <sup>2</sup>	CUSTO TOTAL R\$
WINSUN (2014)	471,27	34	16.023,27
ICON (2018)	385,32	34	13.100,90
APIS COR (2017)	1440,07	34	48.962,68

**Fonte:** AUTOR, 2020.

Com base nos resultados obtidos após a conversão dos valores para a moeda brasileira, pode-se avaliar que a metodologia aplicada pela ICON, com a impressora Vulcan mostrou-se mais econômica

em relação a valores construtivos, além disso a impressora Vulcan apresenta vantagens como a impressão de uma casa em até 24 horas, no próprio canteiro de obras (ICON, 2018). Entretanto, valores mais elevados foram observados para casa construídas pela empresa APIS COR, na qual utiliza uma mistura de concreto, que imita a parede de CMU, o pode justificar o valor mais elevado. Além disso, a empresa APIS COR discorre que a construção por impressão 3D chega a ser 2 vezes mais barata em comparação com a construção em alvenaria, com a expectativa de vida útil que se equipara às demais (APIS COR, 2017).

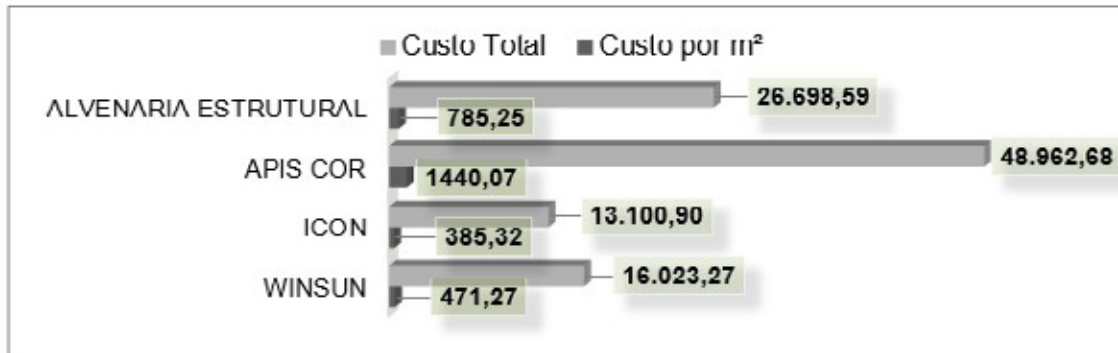
O que pode ser de grande valia para a redução do déficit habitacional do país que chega a 7,7 milhões de moradias, de acordo com Fundação João Pinheiro (2018), tendo em vista que a maior parte do déficit habitacional brasileiro está relacionada à renda da população. Desde 2009, esse déficit teve um aumento expressivo, e para que haja uma redução deste quadro a aplicação desse sistema construtivo pode ser um avanço para a construção civil.

#### 4.3 COMPARATIVO DE CUSTO DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS POR IMPRESSÃO 3D E O MÉTODO DE ALVENARIA ESTRUTURAL

As tecnologias por impressão 3D possuem muitas semelhanças no processo de impressão, baseadas em fabricação aditiva, sendo executada camada por camada, entretanto cada uma delas possui características distintas, o que pode vir a interferir no custo final. Como pode-se observar, a impressora APIS COR, apresentou custo mais elevado, já em termos de tempo de processo, a mesma pode se destacar em relação ao método construtivo por alvenaria convencional. Além disso, o método 3D possui uma grande vantagem de processamento, ao contrário do trabalho humano, que não se pode precisar com exatidão, já o método 3D pode ser previamente calculado e previsto, podendo efetuar um planejamento mais próximo da realidade (LOPES, 2016). Outra vantagem também levantada está relacionada à redução de desperdício, uma vez que este método utiliza apenas a quantidade de material requisitado pelo projeto, além disso pode ocorrer o reaproveitamento de materiais nas fases posteriores a construção.



**Figura 3-** Comparativo dos valores simulados para a construção de uma casa considerando uma área construída de 34m<sup>2</sup>.



Fonte: AUTOR, 2020.

Levando em conta as metodologias adotadas pelas impressoras ICON e WINSUN, evidenciadas na Figura 3, verifica-se que há uma grande diferença de custo entre os métodos construtivos, pode-se avaliar que a diferença de valor do método por impressão 3D com a ICON chega a ser 50% mais baixo, e com impressora WINSUN o custo reduziu em 39% quando comparado ao método por alvenaria estrutural, ratificando que a escolha do método construtivo torna-se cada vez mais influente no que tange à redução de custos. Entretanto, ao se comparar a impressão 3D com a alvenaria estrutural ou outro método convencional, é possível observar que existe uma racionalização de custos devido ao uso de materiais recicláveis e redução da mão-de-obra, além de outros fatores como maior previsibilidade, menor riscos de acidentes e diminuição do impacto ambiental.

Porém, as desvantagens na comparação são, alto investimento de capital inicial para o estabelecimento de um maquinário de impressão 3D em concreto, além disso a ausência de mão obra qualificada atua como empecilho de mercado devido ao papel fundamental que esses trabalhadores desempenham durante a execução da obra. Outro ponto a ser levado em conta é a logística de instalação no canteiro de obras, pois exige um alto investimento em estrutura de apoio, transporte e armazenamento. Laubier et al. (2018) destacam que a impressão 3D ainda não pode competir com o pré-fabricado, em relação a preço e resistência estrutural.

Porém, a construção por impressão 3D não deixa de mostrar que sua aplicabilidade pode causar mudanças significativas para o setor da construção civil. Lopes (2016) destaca que impressão 3D de casas possibilita a adoção de novas técnicas construtivas que podem representar uma grande oportunidade de explorar e testar novos materiais, mais baratos e com características sustentáveis.

Essa tecnologia já está se tornando uma realidade, tanto na construção de pequenas casa, edifícios e habitações de interesse social. Entretanto, poucos dados estão disponíveis na literatura, no que se refere a este quesito, mas já se tem o suficiente para ter uma ideia de que existe a possibilidade de maior ganho de tempo e, conseqüentemente, maior velocidade na produção o que pode influenciar na redução de custos.

É possível observar também que as técnicas de impressão 3D são de interesse global. Segundo

Grenzel (2019), as tecnologias mais desenvolvidas são encontradas em três países de continentes distintos: Estado Unidos, China e Itália.

## CONCLUSÃO

A economia brasileira ainda passa por momento de fragilidade e fica cada vez mais evidente a necessidade da redução de gastos no setor da construção civil. No Brasil, o déficit habitacional teve um crescimento significativo, o que está relacionado à renda da população e, conseqüentemente, ao valor ligado a cada serviço, que tem um peso expressivo na construção de moradias. Os dados levantados nesta pesquisa podem contribuir com uma melhor visibilidade no sentido de mecanização dos processos construtivos, possibilitando a incrementação de métodos que possam contribuir com a redução de custos na construção de novas moradias.

A utilização de impressoras 3D na construção de habitações de interesse social demonstrou alto potencial de utilização e pode ser uma ferramenta capaz de diminuir os custos financeiros e ambientais. Entretanto, este pode ser um grande desafio para a construção civil, uma vez que as máquinas oferecem mudanças significativas e uma ampla gama de benefícios, necessitando caminhar até atingir um patamar ideal para aplicação no setor, como implementação, treinamento de mão de obra, logística e manutenção. Além disso, o desenvolvimento tecnológico da manufatura avançada, necessita da criação de incentivos, fomentos e estratégias inteligentes de políticas governamentais, para que possibilite um maior impulsionamento ao setor de inovação, favorecendo todas as áreas da cadeia produtiva da construção civil, desde os fornecedores de material até o consumidor final.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, Chris. **Makers A Nova Revolução Industrial**. Elsevier Brasil, 2012.

APIS COR, 2017. Disponível em:< <https://www.apis-cor.com/>> Acesso em: 18 de abril de 2020.

ARAÚJO, G. G. de. **A Impressão 3D e os Parâmetros que Influenciam o Produto Final**. 62 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília –UNIVEM, Marília, 2016.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Dólar comercial (venda e compra)** - cotações diárias. Disponível em:<<https://dadosabertos.bcb.gov.br/dataset/dolar-americano-usd-todos-os-boletins-diaricos> . Acesso em: 22 abr. 2020.

BISPO, L. S. R. **Projeto de alvenaria estrutural-analise de um projeto em alvenaria residencial unifamiliar**. 105f. Monografia (Graduação em Engenharia civil) – Curso de Engenharia Civil, UniEvangelica. Anápolis-GO, 2018.

BONATTO, F. S.; MIRON, L. I. G.; FORMOSO, C. T. Avaliação de empreendimentos habitacionais de

interesse social com base na hierarquia de valor percebido pelo usuário. **Ambient. constr. (Online)**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 67-83, março, 2011.

BORBA, F. L.; MESQUITA F., NILO S. de. **Estudo comparativo de análise de custos de uma residência utilizando o sistema de alvenaria estrutural e o sistema construtivo light steel frame para a região de Anápolis**. 69p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil, Unievangélica, Anápolis, Goiás 2018.

CAMACHO, J. S. Projeto de edifícios de alvenaria estrutural. In: **Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural**. Anais. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, 2006.

CECCHETTO, C. T. et al. Habitação de Interesse Social: Alternativas Sustentáveis. **Revista Gedecon**. vol 3. UNICRUZ. Cruz Alta – RS. 2015.

CORRÊA, A. O. **Políticas habitacionais em Codó-MA: o programa Minha Casa Minha Vida (2009-2019)**. 83f. Monografia (Graduação em Historia) – Universidade Federal do Maranhão, campus VII, Curso de Ciências Humanas, Codó, Maranhão, 2019.

COSTA, F. F.; MENDONÇA, K. P. L.; MENDONÇA, J. C. Uso De Geossintéticos Em Obras Civis: Uma Justificativa De Relevância Da Aplicação. **Revista Integralização Universitária**, n. 16, 2017.

COTTA, R. M. M. et al. Pobreza, injustiça, e desigualdade social: repensando a formação de profissionais de saúde. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 3, p. 278-286, 2013.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, **SINAPI: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Disponível em: < <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 25 de maio 2020.

FLORÊNCIO, E. Q.; QUINTELLA, I. P. C. P.; FERREIRASEGUNDO, D. B. O futuro do processo construtivo? A impressão 3d em concreto e seu impacto na concepção e produção da arquitetura. **Blucher Design Proceedings**, v. 3, n. 1, p. 305-309, 2016.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil, 2015**. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2018. Disponível em:< <http://www.bibliotecadigital.mg.gov.br/consulta/verDocumento.php?iCodigo=76871&codUsuario=0>>Acesso em: 15 de abril de 2020.

GRENZEL, L. Y. S. **Estudo das técnicas de fabricação aditiva (impressão 3d) e da sua aplicação na construção civil**, 67f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Santa Rosa, 2019.

HOFMANN, L. G; BRESSIANI, L.; FURLAN, G. C; THOMAZ, W. A. **Alvenaria Estrutural: um levantamento das vantagens, desvantagens e técnicas utilizadas, com base em uma pesquisa bibliográfica nacional**. III Simpósio de pós-graduação em engenharia urbana. Artigo. MARINGA, 2012.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Disponível em :< <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/647>> Acesso em: 27 de maio de 2020.

INOVAHOUSE3D, 2019. Disponível em: <<http://inovahouse3d.com.br> > Acesso em: 20 de abril 2020.

JARDIM, M. C. A construção social do mercado de trabalho no setor de construção civil nas obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC): consensos e conflitos. **Sociedade e Estado**, v. 30, n. 1, p. 165-187, 2015.

JESUS, A. C. T.; BARRETO, M. F. F. M. Análise Comparativa dos Sistemas Construtivos em Alvenaria Convencional, Alvenaria Estrutural e Moldes Isolantes para Concreto (Icf). **E&S Engineering and Science**, v. 7, n. 3, p. 12-27, 2018.

Jl, G. et al. A 3D Printed Ready-Mixed Concrete Power Distribution Substation: Materials and Construction Technology. **Materials**, v. 12, n. 9, p. 1540, 2019.

KHOSHNEVIS, B. Contour Crafting: **Automated Construction**: Behrokh Khoshnevis at TEDxOjai, 2012. Disponível em:< <https://www.youtube.com/watch?v=JdbJP8Gxqog>> Acesso em 19 set. 2019.

LAUBIER, R. D. et al. Will 3D printing remodel the construction industry? **Site do Boston Consulting Group**, 2018. Disponível em:< <https://www.bcg.com/publications/2018/will-3d-printing-remodel-constructionindustry.aspx>>. Acesso em: 26 mai. 2020.

LOPES, G. T. F. **Exploração das possibilidades da impressão 3D na construção**, 92f. Dissertação de Mestrado (Faculdade de Engenharia) - FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO EM ÁREA CIENTÍFICA, Portugal, 2016.

MAIA, M. G.; SOUZA, R. B. Compósito cimentício para impressão 3D. **VIII Simpósio de Iniciação Científica, Didática e de Ações Sociais da FEI**, São Bernardo do Campo – 2018.

MALAQUIAS, J. L. F. **Containers na construção civil**: uma alternativa viável para habitações frente ao método convencional. 68f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2018.

MASO, J. B. **Análise comparativa entre o sistema construtivo light steel framing e alvenaria estrutural**. 155f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - curso de Engenharia civil da Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, SC 2017.

MOHAMED, G. **Construções em alvenaria estrutural**: materiais, projeto e desempenho. São Paulo. Ed. Blucher, 2015.

MORAES, B. D. **Comparação de custos de unidades habitacionais de interesse social produzidas por sistemas construtivos convencional e paredes de concreto**.50f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2018.

- MOREIRA, A. L. R. **Materiais e Processos Construtivos não Convencionais para Moradia Popular**. 2013. Disponível em: [http://www1.caixa.gov.br/gov/gov\\_social/estadual/programas\\_desenvolvimento\\_urbano/Inov\\_tecno/alvenaria\\_estrutural/index.asp](http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/estadual/programas_desenvolvimento_urbano/Inov_tecno/alvenaria_estrutural/index.asp). Acesso em: 21 de mai. 2014.
- MONTEIRO, A. R.; VERAS, A. T. de R. A questão habitacional no Brasil. **Mercator (Fortaleza)**, v. 16, 2017.
- MURARO, M. S.; CICHELERO, G. Z. **Uso, eficiência e a economia da alvenaria estrutural: pesquisa comparativa de relação entre estruturas do sistema construtivo convencional**. 82f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do sul de Santa Catarina, Tubarão, 2017.
- NETO, Á. P. do P.; PELUSO, E. de O.; CARVALHO, V. T. A. de. **Alvenaria estrutural: Empreendimento Flora Park II**. 58f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás - UFG Escola de Engenharia Civil - EEC. Goiânia, 2015.
- NEW STORY, 2017. Disponível em: < <https://newstorycharity.org/3d-community/> > Acesso em: 20 de abril 2020.
- OLIVEIRA, J. P. G.; SILVA, L. C.; DA SILVA FERNANDES, F. A. Satisfação Casa Tipo 1.0 em bloco de concreto estrutural: conforto térmico, acústico e estrutural na cidade de Palmas -TO. **Revista Integralização Universitária**, n. 16, 2017.
- PORTO, T. M. S. **Estudo dos avanços da tecnologia de impressão 3D e da sua aplicação na construção civil**, 93f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica. Rio de Janeiro, 2016.
- QUEIROGA, V. L. **Uso da impressão 3D na produção de unidades habitacionais de baixa renda**. 64f. Monografia (Curso de Engenharia Civil), Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.
- RODRIGUES, M. L. **Ganhos na Construção com a Adoção da Alvenaria com Blocos Cerâmicos Modulares**. 71f Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, 2013.
- ROGOSKI, E. R. I. **Estudo comparativo entre os sistemas construtivos: alvenaria estrutural e painéis pré-moldados autoportantes de concreto armado**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), 87f. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Santa Rosa, RS, 2018.
- ROMAN, H. R.; MUTTI, C. do N.; ARAÚJO, H. N. de. **Construindo em alvenaria estrutural**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.
- SÁNCHEZ, E. Nova **Normalização Brasileira para a Alvenaria Estrutural**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2013.
- SANTOS, M. V. A. D. **Desenvolvimento de Tipologias para habitações de interesse social**. 146f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Centro de

Tecnologia, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2011.

SOUSA, L. R. de. **Habitação de interesse social**. 50f. Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) FACULDADES INTEGRADAS DA UNIÃO EDUCACIONAL DO PLANALTO CENTRAL - FACIPLAC. Gama –DF, 2019.

STEEL FRAME. **Quando o steel frame chegou ao Brasil** (2017). Disponível em: <http://lightsteelframe.eng.br/quando-o-steel-frame-chegou-no-brasil-historia-e-futuro-do-sistema/>. Acesso em setembro de 2019.

TAKAGAKI, L. K. Tecnologia de impressão 3D. **Revista Inovação Tecnológica, São Paulo**, v. 2, n. 2, p. 28-40, 2012.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. **Alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2010.

WINSUN, 2018. Disponível em: <http://www.winsun3d.com/En/About/>. Acesso em: 14 abr. 2020.

WOHLERS, T.; GORNET, T. History of additive manufacturing. **Wohlers report**, v. 24, n. 2014, p. 118, 2014.

# AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA EXPANSÃO DA MONOCULTURA NO MUNICÍPIO DE NOVA ROSALÂNDIA-TO

Rauanny Bezerra Pereira<sup>1</sup>Thiago Oliveira Bandeira<sup>2</sup>

## RESUMO

Nas últimas décadas, observou-se um acentuado crescimento mundial no cultivo e na comercialização de produtos agrícolas. O desenvolvimento do setor agrícola e os avanços da tecnologia associados à falta de sensibilização humana sobre a dinâmica dos recursos ambientais resultaram no aumento dos índices de degradação do meio ambiente. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os impactos ambientais da monocultura no município de Nova Rosalândia, estado do Tocantins. Através de visitas in loco, com adoção dos métodos de check-list, Matriz de Interação e com análises de dados georeferenciados foi possível identificar e qualificar as áreas afetadas. Com os resultados obtidos, concluiu-se que a área de monocultura é crescente nos últimos nove anos, ocupando um espaço que antes era dominado pela pecuária, e que tem causado significativos impactos ambientais no meio socioeconômico, biótico e físico do município de Nova Rosalândia.

**Palavras-chave:** Impacto ambiental. Monocultura. Tecnologias. Poluição

## ABSTRACT

*In the last decades, there has been a marked growth in the cultivation and commercialization of agricultural products in the world. The development of the agricultural sector and advances in technology associated with the lack of human awareness of the dynamics of environmental resources result in an increase in the rates of environmental degradation. Therefore, this study aims to evaluate the environmental impacts of monoculture in the municipality of Nova Rosalândia-TO. Through on-site visits with the adoption of check-list and interaction matrix methods and analysis of georeferenced data, it was possible to identify and qualify the affected areas. With the results obtained, it is concluded that the area of monoculture has been growing in the last nine years, occupying a space that was previously dominated by livestock, and that has caused significant environmental impacts on the socioeconomic, biotic and physical environment of the municipality.*

**Keywords:** *Environmental Impact. Monoculture. Technologies Pollution.*

## 1 INTRODUÇÃO

O estudo sobre a temática ambiental despertou grandes interesses na sociedade, tornando-se foco entre estudantes, pesquisadores, órgãos públicos, entre vários segmentos da sociedade mundial. A interação do homem com o meio ambiente, seja ela harmônica ou não, trouxe uma série de mudanças a nível global, gerando profundas discussões sobre as questões ambientais. No

<sup>1</sup> Acadêmica em Engenharia Ambiental Sanitária pela UniCatólica, Contato: rauannypereiragmail.com.

<sup>2</sup> Mestre em Ciências do Ambiente pela UFT, Contato: thiago.bandeira@catolica-to.edu.br

Brasil, esse olhar de preocupação teve início na década de 1970, quando foram observados diversos impactos negativos no meio ambiente ocasionados pelo crescimento industrial e da agricultura no país.

Sabe-se que o bioma do cerrado já foi considerado inadequado para a agricultura, mas as novas tecnologias e técnicas permitiram que a agricultura se expandisse rapidamente pelo cerrado nas últimas décadas. No município de Nova Rosalândia, TO, não foi exceção. A agricultura é um dos componentes principais da economia desse município, entretanto, essa prática que antes era voltada somente para subsistência, hoje tornou-se uma atividade cada vez mais em expansão, representada pelas grandes monoculturas do cultivo de grãos, como a soja. Essa prática contribui de forma cada vez mais acentuada para a degradação ambiental da região. Com isso, é crescente também a preocupação da comunidade local, devido à possibilidade de poluição de seus afluentes por meio dos agrotóxicos e do desmatamento que essa monocultura ocasiona. A soja transgênica ganha grande destaque como a monocultura mais cultivada no município de Nova Rosalândia/TO, juntamente com o cultivo do milho, entre as demais culturas. Com o avanço da modernização no campo, a produção agrícola é cada vez mais mecanizada.

Diante desta realidade, o município estudado vem passando por uma rápida transformação e sua área de vegetação natural vem sendo dominada pela monocultura. Com solo profundo, que facilita o desenvolvimento radicular da planta, o município se tornou um atrativo, sendo predominante a plantação de soja e milho, provocando mudanças inevitáveis ao meio ambiente. Neste contexto, levanta-se um questionamento: Quais são os principais impactos ambientais observados pela expansão da monocultura no município de Nova Rosalândia, estado do Tocantins?

Diante dessa questão, surgiu a necessidade de um estudo da avaliação dos impactos ambientais causados pela expansão da monocultura que é praticada no município investigado. Foi realizada uma pesquisa para compreender o grau em que se encontram os impactos que essa prática vem causando no meio ambiente. Este estudo tem a importância de trazer um diagnóstico ambiental da área afetada, observando e listando os impactos decorrentes da atividade de monocultura, realizando uma síntese da situação atual, propondo assim, medidas necessárias para minimização dos impactos negativos observados.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 IMPACTOS AMBIENTAIS RELACIONADOS À MONOCULTURA**

Quando ocorre o cultivo de uma única espécie identifica-se a existência da monocultura que é um tipo de prática agrícola que ocorre mais em regiões rurais, trazendo consequências e impactos ambientais no solo. Entende-se, segundo CONAMA (1986), que Impacto Ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer



forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas.

A monocultura desenvolveu-se como modelo de produção no Brasil, constituindo-se como um país agrário que concentrou esforços em culturas específicas, como o caso da cana-de-açúcar, soja e café. São produções em grandes escalas e são destinadas ao comércio, em especial ao mercado externo. Esses produtos são importantes para o ser humano e devem ser distribuídos para grandes mercados e distribuídos às sociedades, pois cada uma necessita de uma quantidade de cada produto (PORTO-GONÇALVES, 2006).

Atualmente, esta prática sofre acirradas e acaloradas críticas que questionam a sustentabilidade de um projeto baseado em monoculturas e que faz uso em grande escala de fertilizantes, agrotóxicos e insumos de alto custo, além de uma tecnologia de ponta quase sempre exógena aos países onde esta atividade é praticada com maior intensidade gerando uma gama de impactos ambientais provocadas pela substituição, geralmente num pequeno período de tempo, de toda a vegetação nativa por uma só cultura de padrão de exportação (VASCONCELLOS, 2014).

A monocultura é uma prática ambientalmente insustentável, que precisa ser revista urgentemente, com a consequência de tornar estéreis milhares de hectares de terras em todo o mundo, além de agravar os já nefastos efeitos colaterais sobre os demais elementos dos ecossistemas envolvidos, que ameaçam, inclusive, a sobrevivência da espécie humana.

## 2.2 EXPANSÃO DO CULTIVO EM SOLOS DO CERRADO

A localização geográfica dos biomas está condicionada, principalmente, pela ocorrência de fatores climáticos, tais como a variação de temperatura, a pluviosidade e a umidade relativa do ar e, em menor escala, não menos relevante, pelo tipo de substrato (RIBEIRO; WALTER, 1998). O cerrado brasileiro é constituído por um complexo de formações vegetais com variada composição: campestre (campos limpos), savânicas (campo sujo, campo cerrado e cerrado *stricto sensu*) e florestais (cerradão), formando um mosaico ecológico. Nutricionalmente, seus solos são ácidos e de baixa fertilidade natural. O clima estacional com duas estações bem definidas, uma seca e outra úmida. Com todas essas características o cerrado brasileiro foi visto, durante muito tempo, como vegetação secundária e de pouco valor, sem muitos atrativos que impulsionassem sua ocupação (COUTINHO, 2008).

Aliado a esses fatores está o desenvolvimento de tecnologias para cultivar os solos ácidos do cerrado, antes considerados fator limitante em termos de produtividade. Somando-se a tudo isso, a proximidade dos grandes centros de consumo, o preço das terras, o relevo relativamente plano e favorável à mecanização e a abundância de recursos hídricos fizeram com que as atividades agrícolas se expandissem pelo cerrado em ritmo bastante acelerado (CORRÊA, 2010).

Desde seu início, a atividade monocultora esteve intimamente ligada a mais moderna tecnologia no quesito produção e transformação de matérias-primas e alta produtividade em

produtos potencialmente rentáveis e consumidos no mundo dito civilizado e moderno, sempre marcado por profundas modificações nas regiões onde estas eram implantadas, em especial no que tange à forma de como explorar as riquezas naturais.

### 2.3 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Os seres humanos interferem, de forma intensa e sistemática, na ordem, no equilíbrio e na evolução natural dos ecossistemas, podendo maximizar ou minimizar os efeitos de suas ações. Sendo assim, o impacto ambiental é definido como:

(...) qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade ambiental (CONAMA,1986, p.01).

A Avaliação de Impacto Ambiental deve incluir também (além dos impactos sobre os componentes ambientais), os impactos sociais e econômicos. Esse método permite que projetos sejam planejados não somente com base em critérios técnicos e econômicos, mas também em critérios de sustentabilidade, contrariando as décadas anteriores, quando as considerações técnicas e financeiras eram pontos essenciais do planejamento de um projeto (CANTER, 1998).

Assim, a avaliação de impactos ambientais pode ocorrer em dois momentos: antes da ação potencialmente impactante, avaliação “*ex-ante*”; depois dela, “*ex-post*”. A avaliação “*ex-ante*” de impactos ambientais de herbicidas é feita, por exemplo, quando do processo de registro de um novo produto, enquanto a avaliação “*ex-post*” pode ser feita depois do seu uso. A avaliação “*ex-ante*” para fins de registro de agrotóxicos vem sendo discutida e conduzida há anos e está agora sendo revisada com enfoque em análise de risco ambiental. O monitoramento ambiental pode ser parte integrante dos processos de avaliação. Nesse contexto, é discutido o monitoramento e avaliação “*ex-post*” de impactos ambientais de herbicidas, particularmente na sua dimensão ecológica (VASCONCELLOS, 2014).

### 2.4 MEDIDAS MITIGADORAS

Ações propostas com a finalidade de reduzir a magnitude ou importância dos impactos ambientais adversos são chamadas de medidas mitigadoras ou de atenuação. Medidas típicas incluem sistemas de redução da emissão de poluentes, como o tratamento de efluentes líquidos, a instalação de barreiras antirruído e o abatimento das emissões atmosféricas por meio da instalação

de filtros, mas os tipos de medidas mitigadoras possíveis abrangem uma gama ampla, desde medidas muito simples, como a instalação de bacias de decantação de águas pluviais para reter partículas sólidas e evitar seu transporte para os cursos d'água durante a etapa de construção, até o emprego de técnicas sofisticadas de redução de emissões atmosféricas (SÁNCHEZ, 2013).

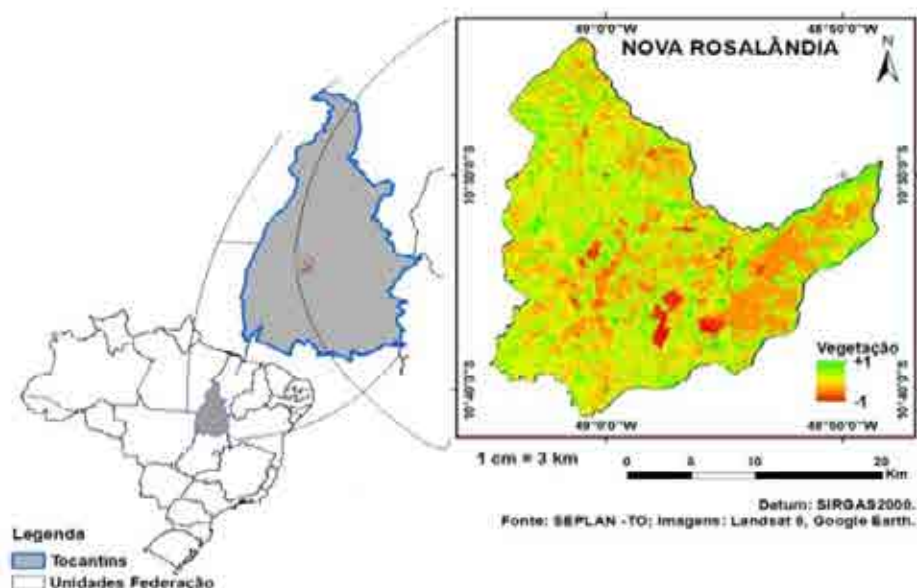
### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O cenário de pesquisa é o município de Nova Rosalândia, TO. O município se localiza na latitude 10°34'00" sul, a uma longitude 48°54'51" oeste e está a uma altitude de 255 m. Seu limite ao norte é com os municípios de Pugmil e Paraíso do Tocantins; ao sul, com Oliveira de Fátima; à Leste, com Porto Nacional e à Oeste com Cristalândia e Pium. Este município se originou em 1972 devido à construção da BR-153.

A região costuma ser muito quente, com clima semiúmido e sua temperatura varia de 12 a 42 °C, sendo os meses de setembro e outubro os que representam um número expressivo na alta temperatura e os mais frios são os meses de junho e julho. A precipitação anual no município é de 1.750 mm e seus principais córregos são: Perdizes e Mangues. A agricultura local baseia-se, principalmente, nos plantios de arroz, milho, soja e feijão e a pecuária destaca-se com a criação de bovinos, suínos e aves.

**Figura 1 - Localização da Área de Pesquisa**



Fonte: Autora, 2019.

## 3.2 METODOLOGIA

### 3.2.1 Avaliação, diagnóstico e análise dos impactos

Para determinar os impactos ambientais foram feitas visitas *in loco* percorrendo propriedades rurais da cidade de Nova Rosalândia nos dias 30 de julho de 2019; 15 de agosto de 2019; 10 de setembro de 2019. Foram feitos registros fotográficos que possibilitam, de uma forma mais clara, a identificação e descrição dos impactos visuais.

O Método das listagens de controle *Ccheck- List* consiste na identificação e enumeração dos impactos, a partir da diagnose ambiental dos meios físico, biótico e socioeconômico, relacionando os impactos ambientais categorizando-os em direto ou indireto, positivo ou negativo, temporário, permanente ou cíclico, curto prazo, médio prazo, longo prazo, reversível ou irreversível, local, regional ou estratégico.

O segundo método utilizado na avaliação na visita ao campo foi o Método das Matrizes de Interação, que surgiu numa tentativa de compensar as deficiências das listagens *Check- List*. Esse segundo método é uma forma de organização de informações, que permite a visualização, em uma mesma estrutura, das relações entre fatores relativos ao meio natural e indicadores relativos ao meio antrópico.

Cada célula da Matriz mostra a relação entre uma atividade impactante e um fator ambiental, que foram qualificados a partir de critérios escolhidos com a finalidade de uma melhor avaliação, sendo eles:

**Critério de magnitude:** em uma escala de 0 a 5, onde: 0- Não tem magnitude; 1- Muito baixa magnitude; 2- Baixa magnitude; 3- Média magnitude; 4- Alta magnitude; 5- Muito alta magnitude;

**Critério de importância:** em uma escala de 0 a 5, onde: 0- Não é importante; 1- Sem importância; 2- Pouco importante; 3- Medianamente importante; 4- Importante; 5- Muito importante;

**Critério de valor que foi caracterizado em:** Positivo (P), Negativo (N) e Neutro (NT);

**Critério de tempo:** ocorrido em: Curto prazo (CP); Médio prazo (MP); Longo prazo (LP); Ou não aplicado (NA); **Critério de plástica** que pode ser: Reversível (R); Irreversível (IR) e Não aplicado (NA).

### 3.2.2 Análise de uso e ocupação do solo

Foram utilizadas imagens de satélites e foi realizada uma comparação multitemporal entre os anos de 2010 a 2019, com o uso de imagens dos anos 2010 (06/06/10); 2015 (01/06/15); 2019 (28/05/19).

Para realização dos tratamentos e classificação das imagens, fez-se uso dos softwares SPRING e ArcGIS 10.2. O software SPRING (Sistema de Processamento de Informações Geográficas) é um software desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e neste realizou-se a composição

uso da terra, posteriormente exportado ao ArcGIS para realização do recorte das Imagens e plotagem. Com a Cena 222\067, as imagens de 2000 a 2010 são do satélite Landsat 05 sensor TM, e as imagens de 2015 a 2019 são do satélite Landsat 08.

Finalizada esta etapa, trabalhou-se com os índices de vegetação NDVI. O cálculo deste índice é dado pela razão entre as bandas do infravermelho próximo e as bandas do visível, realçando as diferenças entre o solo e vegetação.

## 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1 AVALIAÇÃO, DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DOS IMPACTOS

Após a avaliação feita nos pontos selecionados na cidade de Nova Rosalândia, foi realizada a identificação dos impactos no campo através do *Check-list*, conforme quadro 01, a seguir.

**Quadro 01 - Check-list dos impactos ambientais decorrentes das atividades da monocultura na cidade de Nova Rosalândia.**

Impactos Ambientais Causados pela Monocultura	CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS					
	Ord.	Valor	Dinâmica	Tempo	Plástica	Espaço
Assoreamento do Solo	ID	N	PE	MP	R	LC
Perca da cobertura vegetal	D	N	PE	MP	R	LC
Contaminação do Solo	ID	N	PE	CP	R	LC
Danos à Saúde Humana	ID	N	PE	MP	R	LC
Alteração do Fluxo da Água	ID	N	C	CP	R	LC
Alteração na Qualidade da Água	ID	N	PE	CP	R	RG
Mudanças no Microclima	ID	N	PE	MP	R	LC
Redução na Biodiversidade	ID	N	PE	MP	R	LC
Geração de Emprego	D	P	T	CP	R	LC
Aumento de Arrecad. Tributária	D	P	PE	LP	IR	LC
Inserção de Pragas	ID	N	PE	MP	R	LC
Alteração da Flora	ID	N	PE	MP	R	LC
Alteração da Fauna	ID	N	PE	MP	R	LC
Perca de recurso Natural	ID	N	PE	MP	R	LC
Impacto Visual	ID	N	PE	MP	R	LC
Compactação do solo	ID	N	PE	MP	R	LC

**Legenda:** Critério de ordem: direto (D) ou indireto (ID). Critério de valor: positivo (P) negativo (N). Critério de dinâmica: temporário (T) permanente (PE), cíclico (C). Critério de tempo: curto prazo (CP), médio prazo (MP), longo prazo (LP). Critério da plástica: reversível (R), irreversível (IR). Critério de espaço: local (LC) regional (RG), estratégico (E).

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2019.

Os impactos ambientais tiveram como base a Resolução Conama nº 001/86, que define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio

ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.

O crescimento da monocultura no país é significativo e preocupa quando se observa os impactos que são causados quando o manejo das terras é realizado de maneira incorreta para adquirir cultivo, envolvendo a priorização dos lucros que as terras podem gerar sem a responsável observação dos impactos que são causados ao meio ambiente.

É notório que as consequências causadas pelos impactos ambientais trazem riscos não só para o meio ambiente, mas também ao ser humano, e com isso tem ficado cada vez mais evidente a necessidade de a economia caminhar junto com a sociedade e a natureza.

Ao ocorrer o desmatamento para a plantação, tem-se como consequência a infertilidade do solo por falta de nutrientes, causando a erosão do solo e formando ravinas. Como observa-se na figura 02, na área de estudo, há a presença dessa erosão, observa-se a falta de nutrientes nesse solo e a falta de vegetação ao redor, mostrando apenas uma área de tamanho bastante representativo sendo utilizada para plantio, sem nenhuma presença de cobertura vegetal. Por consequência, ocorre esse tipo de impacto ambiental.

**Figura 02-** Presença de erosão na Área de estudo



Fonte: Arquivo autora, 2019.

Houve a transição de carros e maquinários atravessando o percurso de um córrego em uma propriedade na área pesquisada. Essa atividade ocasionou a retirada da vegetação que protegia esse curso hídrico para que ocorresse esse tráfego de automóveis como mostra a figura 03, causando infertilidade do solo no entorno do córrego, risco de assoreamento do solo ocasionado pela supressão da vegetação e provável contaminação do recurso hídrico e consequentemente a alteração do fluxo do rio.

**Figura 03:** Construção de estrada durante o percurso de um rio.



**Fonte:** Arquivo autora, 2019.

Em umas das visitas *in loco*, foi presenciada a construção de uma vala de desvio do rio para secá-lo e utilizar a área do recurso hídrico para plantio, conforme figura 4. É claro perceber a construção desse impacto causado pelo homem, colocando em risco a sobrevivência do corpo hídrico que abastece populações diversas ao longo do percurso do rio. Esse tipo de atitude é comum entre agricultores, utilizando dos recursos naturais que estão presentes em sua propriedade de forma desordenada.

**Figuras 04:** Vala de desvio para secar o Rio Perdizes.



**Fonte:** Arquivo autora, 2019.

A figura 05 mostra áreas em processo de desmatamento e desmatadas para que haja a expansão da prática de monocultura. Um dos maiores problemas causados pela monocultura é a supressão de vegetação e a redução da biodiversidade é um impacto ambiental que vem sendo alertado em todo o mundo. A perda e/ou fragmentação de habitats, introdução de espécies exóticas, competição

de espécies, contaminação do solo, da água e atmosfera, e as mudanças climáticas, são processos que contribuem para a redução da biodiversidade, que é um impacto ambiental indireto, negativo, permanente, de médio prazo, reversível e local.

**Figura 05:** Desmatamento para plantio



Fonte: Arquivo autora, 2019.

O desmatamento, o pastejo e o preparo excessivo do solo, as práticas de manejos inadequadas, áreas inaptas para culturas anuais e chuvas de alta intensidade são os principais agentes físicos de degradação do solo (MARTINS, 2009).

Acredita-se que a redução da biodiversidade é um impacto ambiental que vem sendo alertado em todo o mundo. A perda e/ou fragmentação de habitats, introdução de espécies exóticas, competição de espécies, contaminação do solo, da água e atmosfera, e as mudanças climáticas, são processos que contribuem para a redução da biodiversidade, que é um impacto ambiental indireto, negativo, permanente, de médio prazo, reversível e local.

#### 4.2 MATRIZ DE INTERAÇÃO

Após a listagem dos impactos realizada com Check-list, utilizou-se a matriz de interação, que é uma forma de organizar as informações, permitindo a visualização, em uma mesma estrutura das relações entre indicadores relativos ao meio natural e indicadores relativos ao meio antrópico, conforme verifica-se no quadro 2.



**Quadro 2:** Matriz de Interação de Leopold et al., 1971. Dos impactos ambientais decorrentes das atividades de Monocultura na Cidade de Nova Rosalândia.

	FATORES AMBIENTAIS											
	Biótico					Socioeconômico				Físico		
	Vegetação	Fauna	Flora	Habitats	Ecosistemas	Perca de Recurso Natural	Qualidade de Vida Populacional	Economia Local	Impacto Visual	Qualidade do ar	Qualidade das águas	Qualidade dos solos
Critério de Magnitude: De 0 a 5.												
Critério de Importância: De 0 a 5.												
Critério de Valor: Positivo (P), Negativo (N), Neutro (NT).												
Critério de Tempo: Curto prazo (CP), Médio prazo (MP), Longo prazo (LP), Não aplica (NA).												
Critério de Plástica: Reversível (R), irreversível (IR), Não aplica (NA).												
<b>DESMATAMENTO</b>	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N
	CP	CP	CP	CP	CP	MP	MP	CP	CP	MP	MP	MP
	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<b>PREPARO PARA PLANTIO</b>	5	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	5
	5	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	5
	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N
	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP
	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<b>USO DEFENSIVO AGRÍCOLA E FERTILIZANTE</b>	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N
	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP
	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<b>COLHEITA (USO DE MAQUINÁRIO)</b>	5	4	5	5	4	4	3	3	4	5	5	5
	5	4	5	5	4	4	3	3	4	5	5	5
	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N
	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP
	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

**Legenda:** Foram qualificados os impactos resultantes no Critério de Magnitude e Critério de Importância, em uma

escala de 0 a 5. Critério de Valor: positivo (P), negativo e (N) neutro (NT). Critério de Tempo: curto prazo (CP), médio prazo (MP), longo prazo (LP) e não aplica (NA). Critério da Plástica: reversível (R), irreversível (IR), e não aplica (NA).

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2019.

Após a listagem dos impactos ambientais decorrentes do processo de monocultura na cidade de Nova Rosalândia, esses impactos foram combinados na matriz de interação juntamente com as atividades que os causaram. A junção desses métodos, Check-List e Matriz de Interação, permitiu ampla visão dos impactos ambientais e quais áreas estão sendo afetadas, possibilitando, assim, uma melhor forma de planejamento para as medidas mitigadoras sobre as principais causas dos impactos.

O desmatamento refere-se à retirada total ou parcial de árvores, florestas e demais vegetações, gerando assim, impactos ao meio antrópico, meio biótico e meio físico, tornando-se um dos maiores problemas da sociedade. O desmatamento é uma atividade poluidora direta de maneira inadequada, na qual o solo perde toda a sua camada vegetacional, resultando em vários impactos ambientais, como: modificações no microclima, danos à fauna e a flora, descobrimento do solo, o que causou a erosão, o assoreamento do corpo hídrico e inundações em períodos de grande precipitação pluviométrica. Com a retirada da vegetação nativa, o solo fica exposto e frágil, pois ele é protegido pela cobertura vegetal, o que acarreta na desestruturação do solo, e tem consequências prejudiciais tanto para o solo, quanto para a água, o ar, a fauna e a flora.

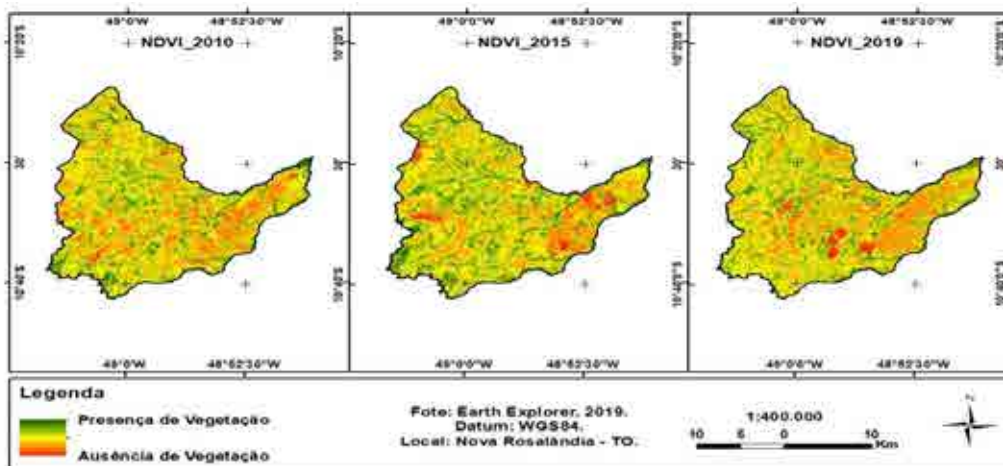
O preparo da terra para o plantio e o uso de defensivo agrícola e fertilizante são também atividades poluidoras que geram outros impactos ambientais que já vinham ocorrendo desde a perda da vegetação até a alteração do solo. Esse preparo do solo envolve o gradear e o ato de cavar covas de plantio alterando o meio físico e biológico com o critério de magnitude e importância (4) e (5), ocorrendo impactos negativos que podem causar curto e médio prazo. Para que ocorra a reversão destes no meio ambiente, mesmo ao utilizar a prática de terraceamento que tem seus pontos positivos e negativos, envolverá investimentos que impactarão o meio socioeconômico e físico.

No preparo do solo que envolve a dessecação, calagem, aplicação de herbicidas, inseticidas, fungicidas e, ainda, durante a colheita, as emissões atmosféricas são significativas, gerando deterioração da qualidade do ar. No meio biofísico, essas ações causam impacto visual, incômodo e desconforto, em especial aos trabalhadores, gerando impactos a saúde humana, agravada pela falta de preparo do trabalhador e desconhecimento dos perigos no manuseio de produtos químicos sem equipamentos de proteção individual, conforme visualizado em algumas situações na propriedade em estudo. Eles causam ainda degradação do ambiente constituído, uma vez que alteram significativamente a paisagem natural.

### 4.3 ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A figura 07 foi elaborada a partir de imagens de satélites, o que possibilitou gerar o NDVI. Observa-se, nitidamente, uma considerável variação na situação da cobertura vegetal e a constatação das mudanças que ocorreram durante as práticas de monocultura da cidade de Nova Rosalândia, TO, possibilitando analisar o índice vegetativo no decorrer dos anos de 2010, 2015 e 2019 para a identificação do impacto almejado.

**Figura 07-** Calculo de vegetação da cidade de Nova Rosalândia.



**Fonte:** Autora, 2019.

Os mapas demonstrativos do índice de vegetação da cidade de Nova Rosalândia, na figura 07, descrevem a situação da vegetação da área em estudo, sendo que, as cores mais quentes que se aproximam do laranja e vermelho representam a falta de vegetação na área e a verde representa a presença de vegetação na área estudada.

Os quadros 3, 4 e 5 representam a distribuição da área da cidade de Nova Rosalândia com as classes de agricultura, pecuária, cerrado ralo e cerrado denso dos anos de 2010, 2015 e 2019.

**Quadro 3 –** Detalhamento das classes utilizadas na Área da cidade de Nova Rosalândia, ano 2010.

ANO	CLASSE		Área ha	%	Área Total
2010	Agropastoris	Agricultura	9643,8	17,82	54114,9
		Pecuária	13017,2	24,05	
	Cerrado restrito ralo		13542,6	25,03	
	Cerrado restrito denso		17911,3	33,10	

**Fonte:** Autora, 2019

**Quadro 4** – Detalhamento das classes utilizadas na Área da cidade de Nova Rosalândia, ano 2015.

ANO	CLASSE		Área ha	%	Área Total
2015	Agropastoris	Agricultura	8159	15,08	54114,9
		Pecuária	15423,7	28,50	
	Cerrado restrito ralo		15689,4	28,99	
	Cerrado restrito denso		14842,8	27,43	

Fonte: Autora, 2019

**Quadro 5** – Detalhamento das classes utilizadas na Área da cidade de Nova Rosalândia, ano 2019.

ANO	CLASSE		Área ha	%	Área Total
2019	Agropastoris	Agricultura	10765	19,89	54114,9
		Pecuária	14605,7	26,99	
	Cerrado restrito ralo		15711,7	29,03	
	Cerrado restrito denso		13032,5	24,08	

Fonte: Autora, 2019

Verificou-se nos quadros 03, 04 e 05 que na distribuição de ocupação da área estudada houve uma transição de ocupação do solo da pecuária para a agricultura, mostrando o crescimento em porcentagem de áreas da prática de agricultura e um pequeno crescimento no cerrado ralo, significando a falta de vegetação.

## 5 MEDIDAS MITIGADORAS

Medidas mitigadoras são aquelas capazes de diminuir o impacto negativo ou reduzir a sua magnitude. No caso da impossibilidade ou insuficiência da mitigação de determinados impactos, devem ser adotadas medidas compensatórias. Para compensar os impactos ambientais identificados na área de estudo, serão necessárias medidas tais como: reflorestamento com espécies nativas em áreas de preservação permanente; plantação de espécie de capim para conter erosão do solo, conscientização de conservação dos rios, tendo mais fiscalização quanto ao uso desse recurso **hídrico**; desenvolvimento de programas educacionais e de capacitação de mão-de-obra para os trabalhadores; campanhas educativas nas escolas municipais e estaduais de modo contínuo e interdisciplinar sobre o meio ambiente, saúde e agrotóxicos; fiscalização dos órgãos públicos; criação de projetos socioambientais, nos quais o crescimento agrícola possa andar lado a lado com o desenvolvimento sustentável.

## 6 CONCLUSÃO

Com a realização do check-list e da matriz de interação observou-se que as intervenções da monocultura causaram impactos ambientais no meio socioeconômico, biótico e físico. Esses

impactos vêm crescendo nos últimos nove anos, nos quais a monocultura vem ganhando espaço na área de Nova Rosalândia/TO que, anteriormente, tinha suas áreas destinadas predominantemente à pecuária, mas, que perdeu sua força com o crescimento agrícola da região.

Através das imagens de NDVI, foi possível verificar de uma forma mais ampla a área desmata da cidade de Nova Rosalândia, mostrando que há áreas com um nível alto de desmatamento. Observou-se que nessas áreas há uma mudança da ocupação do solo da pecuária para a agricultura nos últimos nove anos.

Foram propostas medidas mitigadoras que evidenciam a possibilidade de ocorrer uma restauração das áreas degradadas. Além disso, com a conscientização populacional, espera-se que seja possível o desenvolvimento das atividades agrícolas de forma sustentável, não prejudicando o meio ambiente e a economia local.

## Referências

CANTER, Larry W. Manual de evolução de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto. 2. ed. Madrid, McGraw-Hill, 1998. 841 p.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente Resolução Nr. 001/1986. Disponível em: Acesso em: 26 abr. 2019.

CORRÊA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. v. 5, IBDF/Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, p. 687, 2010.

COUTINHO, L.M. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. VI. A época das queimadas e floração de espécies do estado herbáceo subarbustivo. Ciência e Cultura, v. 30, n. 416, 2008.

CORRÊA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. v. 5, IBDF/Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, p. 687, 2010.

MARTINS, P.C.C.et al. Compaction caused by mechanized operations in a redyellow latosol cultivated with coffee over time. Ciênc. agrotec. Lavras, v. 36, n. 4, p. 391-398, jul./ago., 2009.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. A globalização da natureza e a natureza da globalização. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B.M.T. Fito fitosionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.(Eds.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, Embrapa: 1998.

SÁNCHEZ, Luís Enrique. Avaliação de Impactos Ambientais: conceitos e métodos. 2. ed. São Paulo, 2013.

VASCONCELLOS. ANTÔNIO HERMAN. A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Nosso Futuro Comum. Oxford, Universidade de Oxford, 2014.

# AVALIAÇÃO DO INTERESSE DA POPULAÇÃO DE PALMAS/TO PELA PROFISSÃO DOCENTE

Wanderson Pereira da Cunha<sup>1</sup>  
Michele Cristiane Diel Rambo<sup>2</sup>  
Paulo Vitoriano Dantas Pereira<sup>3</sup>

## RESUMO

O Brasil convive, há muitos anos, com um dos grandes problemas na educação que é a falta de profissionais qualificados para a profissão docente, fato decorrente do fato de que grande parte da população elege as licenciaturas como última opção para cursar ao ingressar no nível superior. Diante do exposto, desenvolveu-se uma pesquisa na cidade de Palmas -TO com o objetivo de verificar o possível desinteresse da população local pela profissão docente. Foram objetivos específicos desta investigação: determinar quais os principais fatores que influenciam o desinteresse pela profissão docente; apresentar os cursos de ensino superior mais escolhidos para serem cursados pelos palmenses. Esta é uma pesquisa quali-quantitativa exploratória, visando utilizar os conceitos essenciais de Estatística para o tratamento de dados, a fim de extrair e coletar informações para a verificação da hipótese. Detectou-se que um dos grandes fatores que influenciam a população a rejeitar a carreira de professor é a falta de informação, dado que não sabem o salário de um professor da educação básica da rede pública de ensino.

**Palavras-chave:** Licenciaturas. Profissão Docente. Estatística.

## ABSTRACT

*For many years, Brazil has lived with one of the major problems in education, which is the lack of qualified professionals for the teaching profession, a fact that results from a large part of the population choosing undergraduate degrees as the last option to attend when entering higher education. Given the above, we conducted a survey in the city of Palmas -TO with the aim of verifying the possible lack of interest of the local population in the teaching profession. We set out as specific objectives: to determine which are the main factors that influence disinterest in the teaching profession; present the higher education courses most chosen to be taken by palmenses. It is exploratory qualitative and quantitative research, aiming to use the essential concepts of Statistics for the treatment of data, in order to extract and collect information for the verification of the hypothesis. We detected as one of the major factors that influence the population to reject the teaching career, the lack of information, since they do not know the salary of a teacher of basic education in the public school system.*

**Keywords:** Bachelor's degrees. Teaching Profession. Statistic.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil vive um grande problema com o déficit de professores qualificados na Educação Básica,

1 Professor da Universidade Federal do Tocantins; Licenciado em Física; Especialista em Docencia do Ensino Superior; e-mail: fisico.cunha@gmail.com.

2 Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins; Licenciada em Matemática; Doutora em Educação Matemática; e-mail: michele.rambo@ifto.edu.br.

3 Professor da Universidade Federal do Tocantins; Licenciado em Matemática; Especialista em Formação do Educador; e-mail: paulovitoriano@mail.uft.edu.br.

sendo a desvalorização da profissão docente cada vez mais evidente e, muitas vezes, praticada pelo governo e a sociedade em geral. Espera-se que os professores sejam responsáveis por toda a educação das crianças e adolescentes, quando parte desta já deveria vir de casa com o apoio e responsabilidade da família. Incentivos por parte do governo, também, deixam a desejar no sentido de oferecer melhores condições de trabalho para este profissional, o que poderia servir de estímulo para que pudesse se dedicar plenamente à educação, investindo em formação básica e continuada, atraindo, assim, novos profissionais para a área. “A questão dos professores é complexa, incluindo pelo menos dois planos mais relevantes: valorização profissional e competência técnica” (DEMO, 2001, p. 87).

É preciso que sociedade, escola e governo unam-se para formar cidadãos, cada um fazendo a sua parte sem desvalorizar o trabalho um do outro. É comum em reportagens, pesquisas acadêmicas e nas mais variadas formas de mídia, relatos referentes à escassez de profissionais na área das licenciaturas. A maioria da população demonstra pouco interesse em ingressar nos cursos de licenciatura no ensino superior, fator esse que revela um quadro futuro de falta de educadores. “Esta carência de professores ocorre, dentre outros motivos, devido à baixa procura pelos cursos de licenciatura” (ARAUJO; VIANNA, 2008, p. 02).

“O grande déficit de professores [...] tenderá a ampliar-se nos próximos anos, diante da necessidade de universalização das matrículas nessa etapa da educação, exigindo ações emergenciais e de caráter estrutural” (RUIZ; RAMOS; HINGEL, 2007, p. 02). Percebe-se a necessidade de investigar e buscar compreender os motivos do desinteresse pela profissão docente. Esta pesquisa de campo, envolveu 123 pessoas de diversas classes sociais, profissões e escolaridade, no município de Palmas-TO, para determinar quais são os principais fatores que influenciam no desinteresse pela profissão docente.

Como metodologia utilizada na pesquisa, optou-se pela utilização de pesquisa qualitativa, exploratória, com uso da técnica de aplicação de questionários e entrevistas. A pesquisa qualitativa “aborda o conjunto de expressões humanas constantes nas estruturas, nos processos, nos sujeitos, nos significados e nas representações” (MINAYO, 1994, p.15). Já a pesquisa quantitativa, segundo Gil (2006), requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio padrão, coeficiente de correlação e outros). Para Collis e Hussey (2005), a pesquisa quantitativa é focada na mensuração de fenômenos, envolvendo a coleta e análise de dados numéricos e aplicação de testes estatísticos.

Espera-se, neste artigo, abarcar as divergências entre licenciatura e bacharelado, apresentar as causas que levam ao processo de negação da carreira de professor, e qual das áreas é a mais almejada na opinião da população, além de pontuar as opiniões acerca da profissão docente, porém sem deixar de ressaltar a importância desse profissional da educação para o desenvolvimento da sociedade.

O presente trabalho busca aplicar os conceitos básicos da Estatística Descritiva no que tange

à coleta, análise, apresentação e interpretação de dados para chegarmos ao objetivo da pesquisa que consiste em verificar o interesse/desinteresse da população de Palmas, Tocantins, pela carreira docente.

Para cada variável quantitativa, serão apresentados alguns conceitos estatísticos como média, mediana, moda e os quartis. Sendo feita a devida interpretação de cada uma dessas medidas no assunto que está sendo abordado.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Como instrumento para a coleta de dados foi utilizado um questionário estruturado em 15 questões, objetivas e subjetivas, envolvendo variáveis quantitativas e qualitativas. Para a elaboração deste questionário, foi necessária uma revisão bibliográfica sobre conhecimentos básicos da Estatística Descritiva, bem como sobre o tema abordado na pesquisa, a fim de se elaborar questões que permitissem a obtenção de variáveis para responder à questão de pesquisa.

Foram aplicados 123 questionários buscando maior diversidade no público alvo em relação a idades, profissões, classes sociais e aspectos demográficos. Evitou-se a aplicação dos questionários nas instituições de ensino, sendo que estes poderiam estar sendo respondidos por professores ou mesmo acadêmicos das licenciaturas, o que poderia gerar uma pesquisa tendenciosa. A aplicação dos questionários ocorreu de forma presencial em órgãos públicos, comércios, avenidas da cidade de Palmas-TO, dentre outros locais, no período de maio a julho/2018.

Para complementação da pesquisa, alguns questionários foram aplicados, de forma online, por meio de formulários da plataforma do Google Forms, afim de alcançarmos uma maior variedade de entrevistados.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados encontrados na pesquisa serão apresentados por meio de gráficos, tabelas e métodos numéricos que permitem a melhor interpretação destas informações. Em relação à idade dos entrevistados, a Tabela 1 e o Gráfico 1 representam a realidade dos entrevistados.

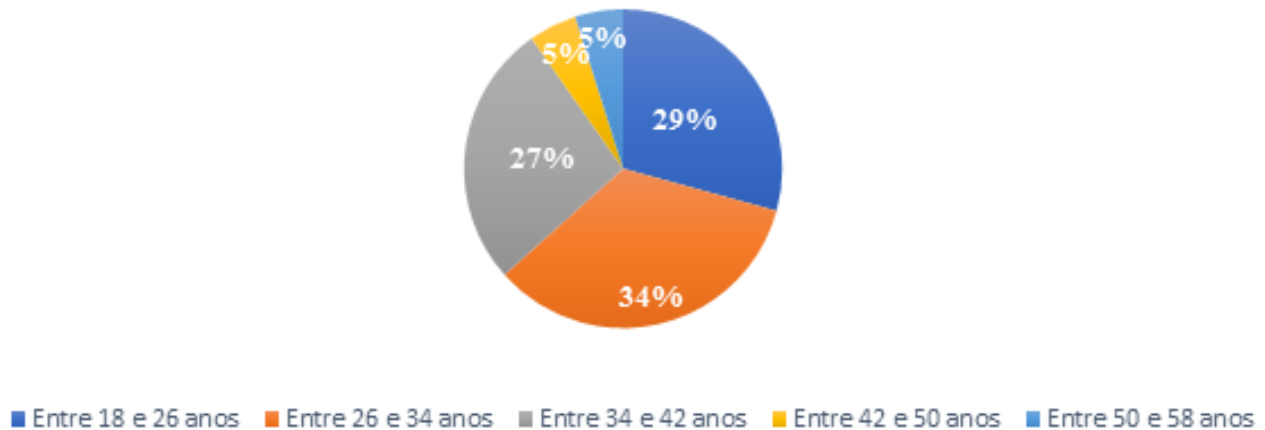
**Tabela 1 - Idade dos Entrevistados**

IDADE	Frequência
Entre 18 e 26 anos	36
Entre 26 e 34 anos	42
Entre 34 e 42 anos	33
Entre 42 e 50 anos	6
Entre 50 e 58 anos	6

Fonte: Autores



**Gráfico 1 – Idade dos Entrevistados**



Fonte: Autores

Para análise da variável “Idade dos entrevistados”, utilizou-se as medidas de tendência central: média aritmética, mediana e moda.

- A média aritmética é definida como “o quociente da divisão da soma dos valores da variável pelo número deles” (CRESPO, 2009, p. 73). A média de idade dos entrevistados ficou em 30,7 anos;
- A mediana, definida como “o número que se encontra no centro de uma série de números, estando estes dispostos segundo uma ordem. Em outras palavras, a mediana é o valor situado de tal forma no conjunto que o separa em dois subconjuntos de mesmo número de elementos” (CRESPO, 2009, p. 87). A mediana das idades dos entrevistados ficou em 31 anos, o que sugere que a metade dos entrevistados possui idade maior que 31 anos e a outra metade idades menores que 31;
- A moda “é o valor que ocorre com maior frequência em uma série de valores” (CRESPO, 2009, p. 83). A moda das idades dos entrevistados ficou em 27 anos (apareceu com frequência de 15 vezes).

Utilizados para avaliar a dispersão, bem como a tendência central de um conjunto de dados, os quartis também foram aplicados à variável “Idade dos entrevistados.” Os quartis “são os valores de uma série que a dividem em quatro partes iguais” (CRESPO, 2009, p.95 ).

- O primeiro quartil (Q1) equivale a 25 anos, o que significa que 25% dos entrevistados possui idade menor que 25 anos. O segundo quartil (Q2) corresponde a 31 anos, idêntico a mediana, sugere que a metade dos entrevistados possui idades maiores e a outra metade com idades menores que 31 anos. O terceiro quartil (Q3) garante que 75% dos entrevistados possui idades superiores a 34 anos.

Quando perguntados sobre o nível de escolaridade, os entrevistados responderam de acordo com a Tabela 2.

**Tabela 2 - Escolaridade dos entrevistados**

Escolaridade	Frequência	Frequência (%)
Fundamental incompleto	6	5%
Fundamental completo	3	2%
Ensino médio completo	44	36%
Superior incompleto	26	21%
Superior completo	44	36%

Fonte: Autores

Na Tabela 2, é possível notar que 43 % da população entrevistada possui, no máximo, Ensino Médio completo e, em contra partida, a maioria da população, ou seja, 57 % dos entrevistados estão inseridos ou concluíram o Ensino Superior. Fato importante para se analisar as próximas questões, pois a população entrevistada tem elevado grau de instrução. Quando perguntados sobre as suas respectivas profissões, a maioria dos entrevistados trabalham no comércio varejista (vendedor, auxiliar de escritório, recepcionista, entregador, técnico em informática e etc.), na área da construção civil (pedreiro, servente, carpinteiro, engenheiro e motorista) ou são servidores públicos do Estado do Tocantins ou da Prefeitura de Palmas-TO.

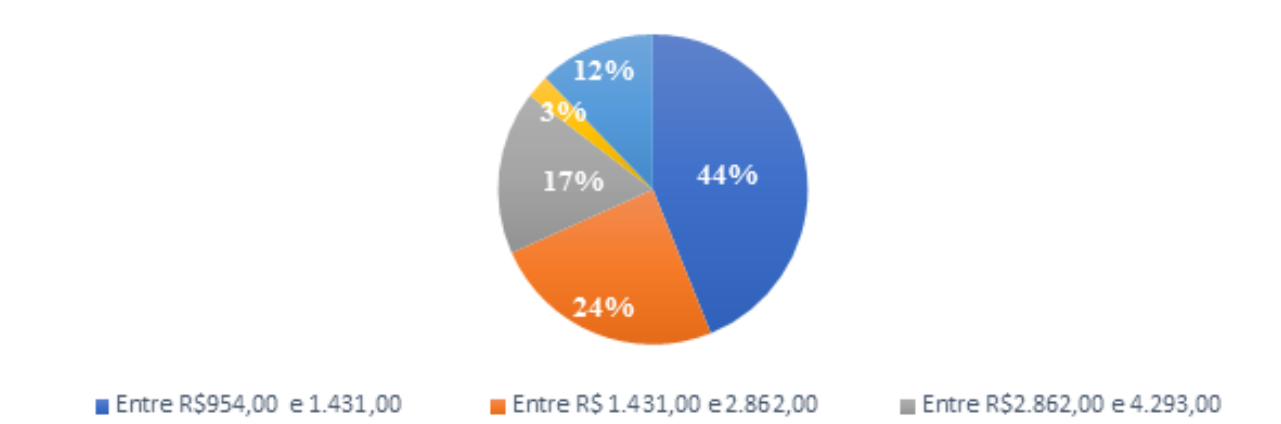
Quando perguntados sobre renda mensal, os entrevistados responderam de acordo com a Tabela 3 e Gráfico 2 abaixo.

**Tabela 3 - Renda mensal dos entrevistados**

Renda Mensal	Quantidade
Entre R\$954,00 e 1.431,00	54
Entre R\$ 1.431,00 e 2.862,00	30
Entre R\$2.862,00 e 4.293,00	21
Entre R\$ 4.293,00 e 5.724,00	3
Mais de R\$ 5.724,00	15

Fonte: Autores

**Gráfico 2 – Renda mensal dos entrevistados**



Fonte: Autores

É possível observar que, mesmo que 93% da população entrevistada tenha no mínimo o Ensino Médio completo; 68% da população ganha abaixo de 3 salários mínimos, ou seja, abaixo do valor de R\$ 2.862,00. Mesmo que 36% da população entrevistada tenha o ensino superior completo, apenas 3% da população entrevistada ganha acima de 6 salário mínimos, ou seja, acima de R\$ 5.724,00, isso mostra o quanto a educação brasileira é pouco valorizada, pois, mesmo aqueles que conseguiram concluir a faculdade, não conseguem ter uma renda muito superior daqueles que, ainda, nem ingressaram no ensino superior. Analisando um pouco mais a fundo a renda mensal dos entrevistados, a mediana ficou com a renda entre R\$1.431,00 e R\$ 2.862,00, ou seja, entre 1,5 e 3,0 salários mínimos e o terceiro quartil ficou entre R\$ 2.862,00 e R\$4.293,00, mostrando que 75% da população entrevistada ganha abaixo de R\$4.293,00, abaixo de 4,5 salários mínimos.

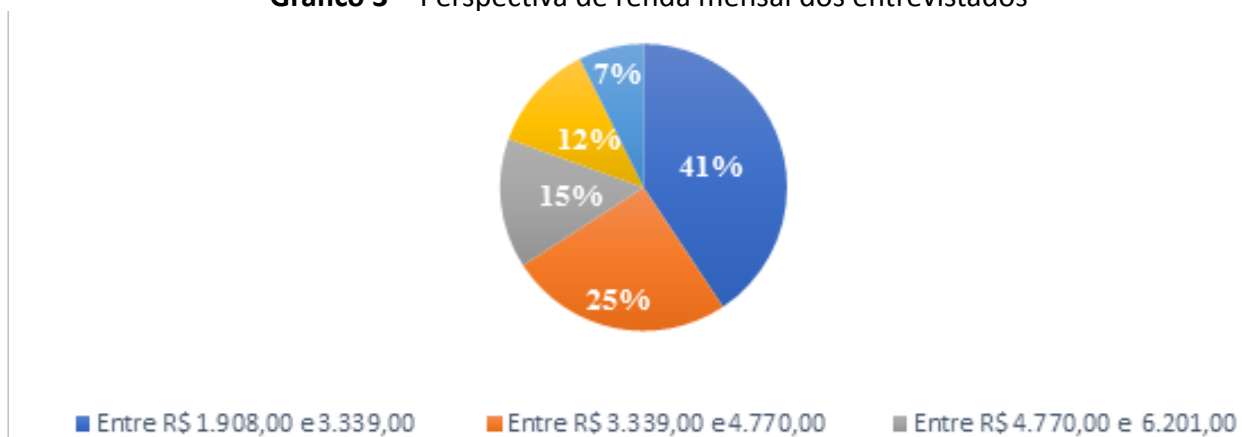
Ainda perguntados sobre qual seria uma renda mensal satisfatória dentro da realidade dos salários atuais, os entrevistados responderam de acordo com a Tabela 4 e Gráfico 3.

**Tabela 4 - Perspectiva de renda dos entrevistados**

Perspectiva de Renda	Quantidade	Frequência
Entre R\$ 1.908,00 e 3.339,00	50	40%
Entre R\$ 3.339,00 e 4.770,00	31	26%
Entre R\$ 4.770,00 e 6.201,00	18	15%
Entre R\$ 6.201,00 e 7.632,00	15	12%
Entre R\$ 7.632,00 e 9.540,00	9	7%

Fonte: Autores

**Gráfico 3 - Perspectiva de renda mensal dos entrevistados**



Fonte: Autores

Note que 41% da população têm uma perspectiva de renda mensal de até R\$ 3.339,00, e que 66% da população entrevistada (quase 2/3 do total) gostariam de ter uma renda mensal de até R\$ 4.770,00. A média da perspectiva de renda mensal ficou em R\$ 3.970,00, a mediana ficou com o

salário de R\$ 3.500,00, e a moda ficou com o valor de R\$ 2.500 (valor que se repetiu 21 vezes). Em relação aos quartis, o primeiro quartil (Q1) indica que 25% dos entrevistados têm pretensão salarial de até R\$ 2.500,00, em contrapartida, o terceiro quartil (Q3) aponta que outros 25% almejam uma renda superior a R\$ 5.000,00. É importante destacar um fato curioso de que a pretensão salarial média está de acordo com a faixa salarial de um professor da educação básica do município de Palmas. Segundo a Lei nº 1.445, de 14 de agosto de 2006 e a medida provisória nº 4, de 8 de janeiro de 2018<sup>4</sup>, professor em Palmas tem como remuneração base a quantia de R\$ 3.867,07. Assim, também, como está de acordo com a faixa salarial dos professores da Educação Básica do Estado do Tocantins que, segundo a Lei 2.859, de 30 de abril de 2014 e a medida provisória nº 2, de 16 de maio de 2018<sup>5</sup>, tem, como remuneração base, o vencimento na quantia de R\$ 4.377,07.

Quando perguntados se cursam, cursaram ou teriam interesse em cursar o Ensino Superior, 73% dos entrevistados responderam que têm interesse, conforme mostra a Tabela 5.

**Tabela 5 - Cursou, cursa ou tem interesse em ingressar em algum curso de Ensino Superior**

Cursa Ens. Superior	Quantidade	Quantidade (%)
Não	33	27%
Sim	90	73%

Fonte: Autores

Um fato que chamou bastante atenção foi quando indagados sobre qual curso de ensino superior os entrevistados estariam cursando, cursaram ou teriam interesse em cursar, poucos escolheram os cursos de licenciatura, conforme Gráfico 4.

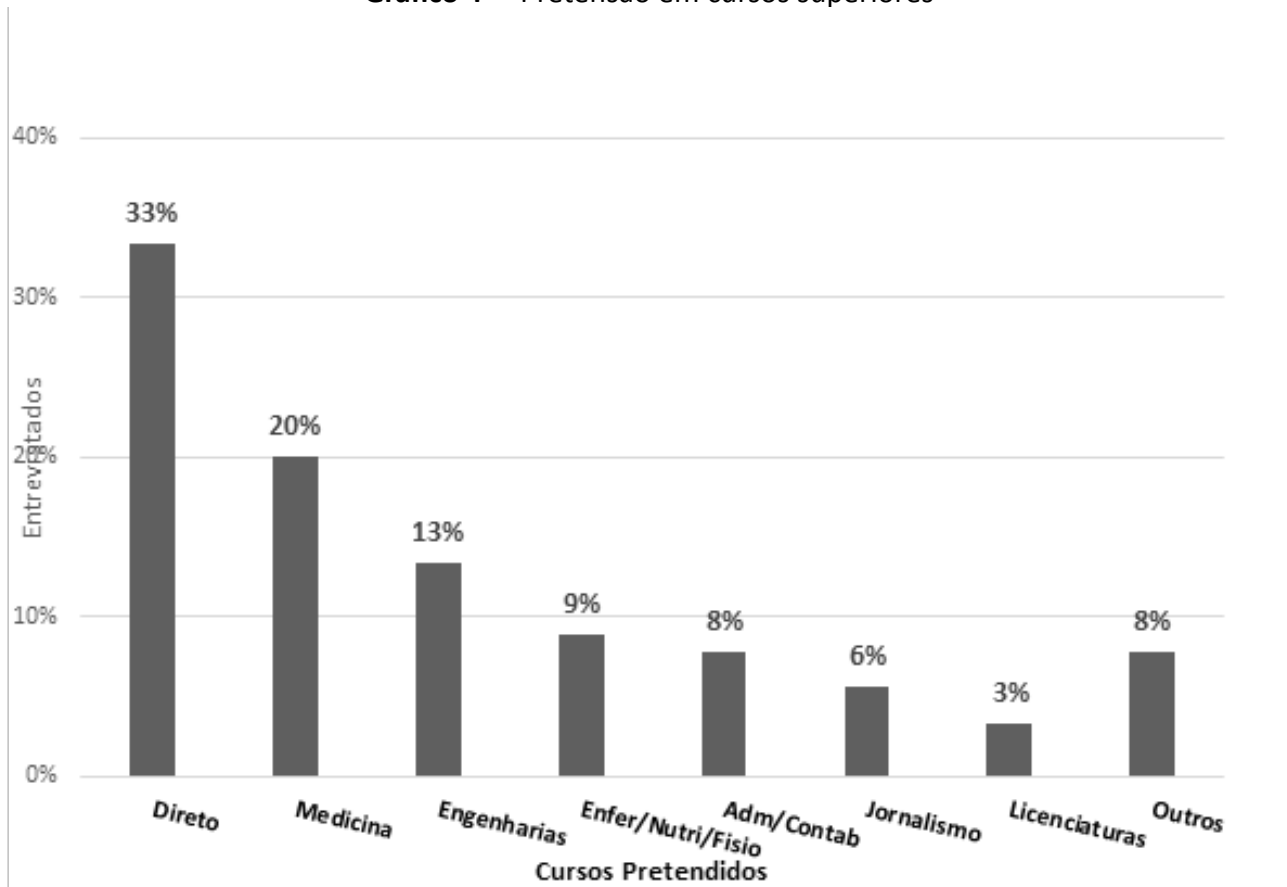
Um dos fatores mais curiosos nesta questão é que a realidade local, para a amostra consultada, não remete à realidade nacional, pois o curso de Medicina é sempre o mais concorrido em todas as universidades que o oferecem, porém, em nossa pesquisa, o curso de Direito teve um destaque bem maior dentre os entrevistados na cidade de Palmas, chegando à pretensão de 1/3 dos candidatos que pretendem, cursam ou cursaram o ensino superior.

Existe uma diferença grande entre o número de pessoas que optam pela licenciatura e pelo bacharelado, sendo este último mais procurado pelos entrevistados. “A diminuição da procura por parte dos jovens pela profissão de professor tem se tornado objeto de preocupação nos últimos anos” (TARTUCE; NUNES; ALMEIDA, 2010).

4 Disponível em: <http://diariooficial.palmas.to.gov.br/pesquisa>.

5 Disponível em: <https://diariooficial.to.gov.br/>.

**Gráfico 4 – Pretensão em cursos superiores**



Fonte: Autores

Quando se fala em licenciatura, a grande preocupação desta área é a formação do professor. O professor é mediador do conhecimento, deve ser formado de modo que possa mediar a construção de conhecimento em sala de aula. A licenciatura é uma área “formadora de profissionais que irão atuar no magistério” (MORAES, 2009, p. 02).

O licenciado [...] caminha no sentido de busca constante de transformações que, por sua vez, são prof. resultados dessas ações conjuntas, que culminam com um perfil comum pautado na atuação ética, crítica, autônoma e criativa; autonomia intelectual; respeito à pluralidade inerente aos ambientes profissionais e atuação propositiva na busca de soluções de questões colocadas pela sociedade (BRASIL, 2000, p. 06).

Quando perguntados sobre qual seria a profissão mais importante na sociedade, os resultados são surpreendentes, como mostra a Tabela 6.

**Tabela 6 - Profissões mais importantes na sociedade**

Profissão	Mais importante	Mais importante (%)	Menos importante	Menos importante (%)
Médico	20	16%	6	5%
Professor	66	54%	6	5%
Engenheiro	9	7%	16	13%
Advogado	14	11%	75	61%
Policial/Bombeiro	14	11%	20	16%

Fonte: Autores

O resultado da Tabela 6 contraria o senso comum de que os professores não são reconhecidos pela sociedade, a pesquisa mostra que 54% da população considera o professor a profissão mais importante na sociedade dentre as cinco profissões listadas no questionário e, apenas, 5% dos entrevistados não consideram o professor como a profissão mais importante dentre as listadas.

Outro fato curioso é que, mesmo de acordo com a Tabela 4, em que 1/3 dos entrevistados que gostariam de cursar, cursaram ou estão cursando nível superior e escolheram o curso de Direito como pretensão futura, 61% dos entrevistados acham a profissão de advogado a menos importante dentre as cinco profissões listadas no questionário. Fato que pode ser alvo de diversos questionamentos e estudos futuros, pois na opinião dos entrevistados, mesmo considerando uma das profissões menos importantes para a sociedade, a carreira de advogado atrai muitas pessoas para o mercado de trabalho. Talvez os salários exorbitantes e os privilégios pagos aos Juízes e Desembargadores brasileiros sejam o atrativo para o alto índice da população que escolheria o curso de Direito como objetivo de ensino superior.

A profissão de médico que é a mais concorrida em vestibulares e seleções de universidades no Brasil, apenas 16% dos entrevistados listam como a profissão mais importante, contrariando mais uma vez o senso comum. Outra questão importante a destacar é que boa parte da população considera profissões que não tenham a necessidade de ter um ensino superior como Policial/Bombeiro mais importantes que profissões de ensino superior como Advogado e Engenheiro, fator esse que mostra que a valorização da profissão não está ligada diretamente ao nível de instrução/escolaridade.

Se a maioria da população entrevistada considera a profissão docente como a mais importante dentre as listadas, isto leva a crer que, se a carreira de professor fosse mais atrativa, grande parte da população começaria a ter como objetivo acadêmico os cursos de licenciatura.

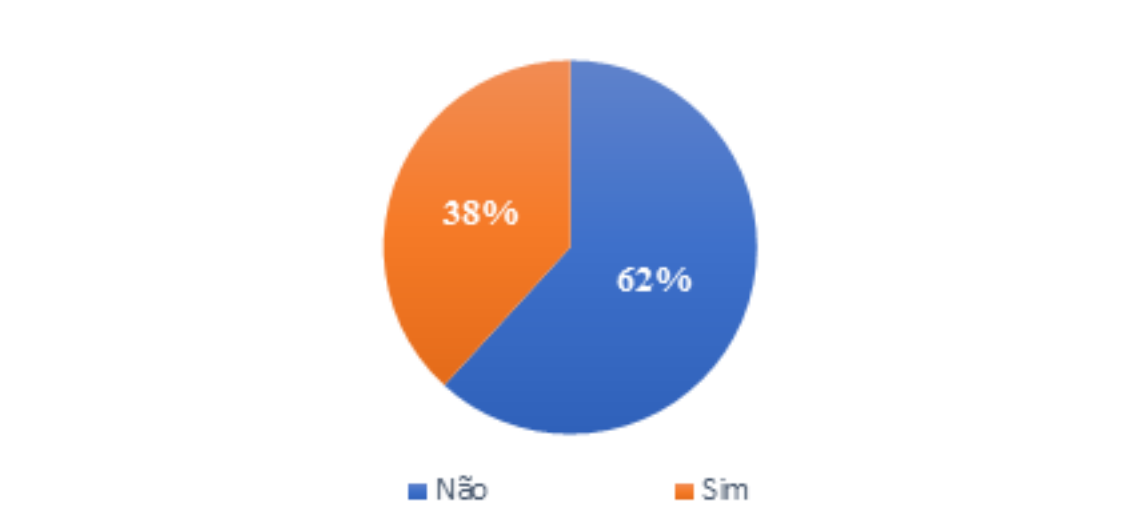
Quando abordados sobre o interesse em ser tornar ou atuar como professor, os entrevistados responderam de acordo com a Tabela 7 e a Gráfico 5.

**Tabela 7** - Interesse dos entrevistados em se tornar professores

Interesse em ser Professor	Frequência
Não	76
Sim	47

Fonte: Autores

**Gráfico 5** - Interesse dos entrevistados em se tornar professores



Fonte: Autores

Mesmo 54% da população entrevistada considerando o professor como a profissão mais importante, apenas 38% deste total teria algum interesse em atuar como professor, enquanto 62% da população entrevistada não tem interesse em atuar como professor. Por que, então, a maioria das pessoas entrevistadas não tem interesse em seguir carreira docente?

Dentre os motivos que levaram estes 62% a não escolherem a profissão docente como interesse futuro, estão os seguintes fatores: baixos salários, falta de aptidão, exaustiva carga horária, local de trabalho insalubre, falta de respeito dos alunos e falta de reconhecimento da sociedade (contrariando os resultados anteriormente apresentados na Tabela 6).

Quando perguntado aos entrevistados sobre quanto recebe, em média, um professor da educação básica da rede pública de ensino, a Média das respostas sobre o salário dos professores ficou no valor de R\$ 2.473,17, enquanto a Mediana ficou em R\$2.500,00 e a Moda ficou em R\$2.000,00 (valor que se repetiu 30 vezes). De acordo com o terceiro quartil (Q3), 75% dos entrevistados acreditam que o salário dos professores da Educação Básica de Palmas chega a, no máximo, R\$ 3.500,00.

É necessário destacar este ponto, pois a maioria da população não sabe o valor do salário de um professor da educação básica da rede pública de ensino, fator esse que pode ser uma das causas do desinteresse da população local pela profissão docente. O terceiro quartil, ou seja, 75% da população entrevistada acham que os professores ganham abaixo de R\$ 3.500,00, opinião que

não corresponde à realidade, pois um professor da educação básica do município de Palmas tem como remuneração base a quantia de R\$ 3.867,07, e um professor do Estado do Tocantins tem, como remuneração base, o vencimento na quantia de R\$ 4.377,07.

Quando perguntado aos entrevistados sobre se os professores são uma categoria desvalorizada, a resposta foi unânime.

**Tabela 8** - Opinião dos entrevistados sobre a desvalorização da profissão docente

Professor é uma profissão desvalorizada	Frequência	Frequência (%)
Sim	123	100%
Não	0	0%

Fonte: Autores

Foram selecionados alguns relatos dos entrevistados sobre alguns motivos dos professores serem uma profissão desvalorizada:

Entrevistado 1: *“Porque não possuem apoio e suporte do governo e recebem um salário que não condiz com o nível de responsabilidade que possuem”.*

Entrevistado 2: *“O salário atual não paga o desgaste físico e psicológico”.*

Entrevistado 3: *“Não tem reconhecimento devido. Porque a área da educação como um todo é desvalorizada no Brasil, o professor não recebe o devido valor pelos esforços e, muitas das vezes, não tem sequer disposição de um material melhor ou tecnologia mais avançada para ministrar suas aulas”.*

Entrevistado 4: *“Além de ter um piso salarial baixo não é respeitado igual antigamente”.*

Entrevistado 5: *“Trabalham arduamente e não são reconhecidos pela própria categoria porque muitos apenas se calam e não lutam pelos seus direitos”.*

Entrevistado 6: *“Salários baixos, material ultrapassado, horas trabalhadas desgastantes, pais que não dão educação aos filhos como antigamente”.*

Entrevistado 7: *“Pelo baixo salário que recebem em comparação com outras profissões, pelo “status” que as pessoas colocam na profissão (é raro encontrar alguém que tenha o sonho de ser professor) e pela baixa importância que geralmente as pessoas dão a essa profissão”.*

E, por último, foi perguntado se a profissão docente pode ser um dia substituída por tecnologias devido ao grande avanço tecnológico observado nos últimos anos.



**Tabela 9** - Opinião dos entrevistados sobre a possível substituição da profissão docente por tecnologias.

Profissão docente pode ser extinta	Quantidade	Quantidade (%)
Não	102	83%
Sim	21	17%

Fonte: Autores

A grande maioria dos entrevistados acredita que a profissão docente não será extinta e/ou substituída por novas tecnologias e alguns pontuaram fatores importantes para esta opinião, vale destacar alguns destes relatos.

Entrevistado A: *“Impossível a tecnologia substituir o professor, exemplo claro disso é que os alunos de instituições de ensino superior presenciais obtêm melhores resultados acadêmicos que os alunos de instituições de ensino a distância”.*

Entrevistado B: *“O fator humano sempre será necessário, nem que seja para ensinar alguém a programar uma máquina”.*

Entrevistado C: *“Experiências de vida são fatores importantes no ensino- aprendizagem, coisa que nenhuma máquina pode fazer”.*

As respostas evidenciam que o professor não será substituído pela tecnologia, até porque no processo ensino e aprendizagem a relação professor/aluno envolve a interação humana, a amizade, o companherismo, o diálogo, as relações empáticas que são responsáveis nesse processo pelo fracasso ou sucesso do aluno e do professor.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, foi possível tirar algumas conclusões importantes a respeito do desinteresse da população local pela profissão docente. Um dos grandes fatores que podem estar influenciando a população a rejeitar a carreira de professor é a falta de informação, pois a maioria da população não sabe quanto ganha um professor da educação básica da rede pública de ensino, fator fundamental na escolha de uma carreira profissional, como os próprios entrevistados apontaram. É necessário destacar que a perspectiva de renda mensal dos entrevistados, ou seja, uma remuneração satisfatória dentro da realidade para o seu custeio, encontra-se dentro da realidade dos vencimentos básicos pagos para um professor da educação básica de Palmas-TO. Desta forma, pode-se afirmar que, se a população de Palmas-TO soubesse o valor da remuneração mensal de um professor, se interessaria mais pela profissão docente.

Outros fatores podem servir para novos estudos como a escolha de uma profissão nem sempre estar ligada à valorização social desta, e que algumas profissões com menor grau de instrução são mais valorizadas pela sociedade quando comparadas a profissões que necessitam ter um curso superior.

Destacamos que, além da pesquisa, o objetivo deste artigo era trabalhar os conceitos básicos de estatística, que foram aplicados e absorvidos significativamente pelos pesquisadores, que observaram a importância das aplicações dos conceitos de estatística básica em uma pesquisa científica.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, Renato Santos; VIANNA, Deise Miranda. Discussões sobre a remuneração dos professores de física na educação básica. **Ciência em Tela**, Rio de Janeiro, 2008, v. 3, n. 1, p.1-9.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Centro Federal de Educação Tecnológica do RN. **Curso superior de licenciatura Plena em Geografia**: Plano de curso. Natal: CEFET/RN, 2000. 29 p.

COLLIS, Jill; HUSSEY, Roger. **Pesquisa em administração**: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

CRESPO, Antônio Arnot. **Estatística fácil**. 19.ed. atual – São Paulo: Saraiva, 2009.

DEMO, Pedro. **Desafios modernos da educação**. 11. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2001.

DUARTE, Alexandre William Barbosa. **Por que ser professor?** Uma análise da carreira docente na educação básica no Brasil. 2013. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação., Belo Horizonte, 2013.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

MORAES, Vinicius Silva de. No elo entre o bacharelado e a licenciatura, a chave para a melhor formação do professor de geografia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRÁTICA ENSINO DE GEOGRAFIA, 10., 2009, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: AGB, 2009. p. 01 - 11.

MINAYO, M.C.S. (Org.) **Pesquisa Social**: teoria, método e criatividade. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

RUIZ, A. I.; RAMOS, M. N.; HINGEL, M. **Escassez de professores no Ensino Médio**: propostas estruturais e emergenciais. Ministério da Educação (MEC). 2007.

SILVEIRA, Vanessa Ferreira da. Graduação, a escolha entre licenciatura e bacharelado. In: SOARES, J. G. S.; SALES, L. C. Condições de trabalho do professor da escola pública: representações sociais partilhadas por estudantes de licenciatura. In: CARVALHO, Antonia Dalva França (Org.). **Conversas Pedagógicas**: elementos da construção da identidade docente. Teresina: EDUFPI, 2012. p. 23-38.

TARTUCE, G. L. B. P.; NUNES, M. M. R.; ALMEIDA, P. C. A. Alunos do ensino médio e atratividade da carreira docente no Brasil. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, p.445-477, mai/ago. 2010.

VEIGA, I. P. A. (Coord.). **Repensando a didática**. 21. ed. São Paulo: Papirus, 2004.

WERNECH, Hamilton. **Como vencer sendo professor**. 11. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1996.

# AS NOVAS TECNOLOGIAS E A FORMAÇÃO DOCENTE EM MATEMÁTICA

Wander Arruda Vieira<sup>1</sup>  
Rafael Lima de Carvalho<sup>1</sup>

## RESUMO

Com a crise global evidenciada pelo surgimento do novo coronavírus, toda a sociedade se viu impactada em suas relações abrangendo todas as perspectivas. Da política à economia, das relações interpessoais ao processo educacional, dentre outros aspectos, todos estão sendo vistos a partir de uma nova ótica. Este trabalho discute a formação docente em meio a novas tecnologias, com foco em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) e suas ferramentas de apoio ao ensino de Matemática. Foi analisado, através de revisões bibliográficas sobre o tema estudado, que a inserção de meios tecnológicos faz-se necessária durante todo o seu processo de formação para que ele se torne algo comum dentro dos métodos de ensino que o docente irá adotar. Assim, o presente estudo indica que novas posturas frente a estas tecnologias devem ser adotadas pelo docente para enfrentar este novo cenário do mundo contemporâneo.

**Palavras-chave:** Tecnologia da Informação. Educação. Formação docente. TICs. Novas tecnologias.

## ABSTRACT

*With the global crisis brought about by the advent of the new coronavirus, the whole society was impacted in its relations, covering all perspectives. From politics to economics, interpersonal relations and the educational process, among other aspects, all are currently being viewed from a new perspective. This paper discusses teacher training in the midst of new technologies, focusing on Virtual Learning Environments (VLE) and its tools to support the teaching of mathematics. It had been analyzed through bibliographic reviews on the studied theme that the insertion of technological means is necessary during the entire process of formation so that it becomes something common within the teaching methods that the teacher will adopt. Thus, the present study indicates that new attitudes towards these technologies should be adopted by the teacher to face this new scenario in the contemporary world.*

**Keyword:** Information Technology. Education. Teacher training. ICTs. New Technologies.

## 1 INTRODUÇÃO

Evoluções tecnológicas, fatores ambientais e a capacidade humana de construir, mas também de destruir, provocam, com vários graus de variação, sérias modificações na vida das pessoas, quando inseridas em situações de crise ou de emergência. Estes momentos de crise afetam o estado de equilíbrio de toda a sociedade e, tragicamente, deixam como possível resultado, perdas humanas,

<sup>1</sup> Curso de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Tocantins - UFT, Araguaína/Tocantins. Correspondência: Diretoria de Tecnologias Educacionais - DTE, Av. NS 15, 109 Norte, Palmas, Tocantins, Brasil. CEP:77.010-09, e-mail wanderarruda2@gmail.com; [rafael.lima@uft.edu.br](mailto:rafael.lima@uft.edu.br)

materiais e mudanças estruturais extremamente traumáticas. (SÁ et al., 2008).

Com a crise global surgida com o Coronavírus, toda a sociedade viu-se impactada em suas relações abrangendo todas as perspectivas. Da política à economia, das relações interpessoais ao processo educacional, todos estão sendo atualmente, vistos a partir de uma nova ótica.

Nos meios acadêmicos, os profissionais viram-se em condições desafiadoras. Em um curto espaço de tempo, professores e alunos necessitaram encontrar novos meios para lecionar e aprender, o que impõe um enorme desafio para um sistema que está adaptado a salas de aulas cercadas por paredes e cadeiras enfileiradas, quadro branco e escassos recursos em multimídia.

Crises são momentos de preocupações, porém elas trazem, em sua essência, a possibilidade de buscar novas oportunidades. Neste cenário, os meios tecnológicos surgem como o grande instrumento de transformação do processo de ensino. Inserir *softwares* educacionais e colocar os alunos em contato com estas ferramentas, passa a ser um diferencial no processo educacional. Cabe, assim, aos professores, utilizarem os recursos eletrônicos de forma positiva e dosarem o contato e os temas abordados durante as aulas, para que este momento seja prazeroso para ambas as partes (CANAL e OLIVEIRA, s/d, p. 05).

Entretanto, nota-se que boa parte do atual quadro docente não possui qualificação adequada para lidar com este novo universo. Diferente de anos atrás, os alunos têm acesso rápido e fácil às informações, tornando assim aulas expositivas desinteressantes e a presença do professor limitada a eventos protocolares como exames e atividades extraclases. Hoje, a capacidade de obtenção de informações de um aluno ultrapassa o limite físico do estabelecimento escolar, da sua cidade ou de seu país, quer trate do horizonte cultural, social, pessoal ou profissional. Diante disso, é importante notar que a maioria dos professores em atuação não nasceram digitalizados, enquanto seus alunos, sim (RAMOS, 2012). Costa e Xexéo (1997, p. 75) destacam esta fragilidade encontrada no quadro docente atual.

A formação de professores para essa nova realidade tem sido crítica e não tem sido privilegiada de maneira efetiva pelas políticas públicas em educação nem pelas Universidades. As soluções propostas inserem-se, principalmente, em programas de formação de nível de pós-graduação ou, como programas de qualificação de recursos humanos. O perfil do profissional de ensino é orientado para uma determinada “especialização”, mesmo por que, o tempo necessário para essa apropriação não o permite. Como resultado, evidencia-se a fragilidade das ações e da formação, refletidas também através dos interesses econômicos e políticos (COSTA e XEXÉO, 1997, p. 75).

Assim, questiona-se sobre como o processo de formação docente na área de exatas deve se adequar a este novo cenário imposto e quais atitudes os profissionais da área devem desenvolver para superar o momento de crise. É necessário avaliar o papel das novas tecnologias aplicadas à educação e pensar sobre como formar este profissional utilizando estas novas ferramentas, pois até o momento, este grande desafio, tem sido encarado de forma superficial, apenas com adaptações e mudanças não muito significativas.

O presente artigo baseou-se em métodos qualitativos para seu desenvolvimento, utilizando-se de revisões bibliográficas de publicações que abordaram o tema proposto. Este trabalho traz uma breve análise do processo de formação de professores, discute a relação entre as tecnologias e os momentos de crise e apresenta uma discussão sobre a formação do docente na disciplina de Matemática, orientada às tecnologias do tipo AVA e suas respectivas extensões específicas para o suporte ao ensino da Matemática. Por último, aponta os principais desdobramentos possíveis, frente ao tema.

## 2 FORMAÇÃO DE PROFESSORES NO MUNDO CONTEMPORÂNEO

Observa-se que umas das principais características das sociedades contemporâneas diz respeito à presença cada vez maior da tecnologia na organização das práticas sociais, das mais complexas às mais elementares. Tais tecnologias estão inseridas nas mais diversas atividades profissionais, fomentando a realização de negócios, eliminando a barreira da distância entre as pessoas e permitindo comunicações em tempo real, com usos de redes e recursos cada vez mais sofisticados. Estas Novas Tecnologias trazem consigo quebras de paradigmas acompanhadas de preocupações diante das inovações tecnológicas de cada época (COSTA e SCHIMIGUEL, 2012, p. 01).

Notadamente, a disciplina de matemática, seja ela na educação básica ou na universidade, tem sido alvo de discussões e debates por parte de grupos de estudiosos que visam qualificar a aplicação do ensino desta área do conhecimento, não somente no momento atual, mas no decorrer da história (BRANDÃO, 2005, p. 11). Neste sentido, D'Ambrosio (1996) defende que "a incorporação de toda a tecnologia disponível no mundo atualmente é essencial para tornar a Matemática uma ciência de hoje" (D'AMBROSIO, 1996).

Além do mais, a inserção de tecnologia no ambiente de ensino e aprendizagem deverá vir acompanhado de um repensar da prática docente, para evitar que possíveis decepções ou resultados negativos não sejam, de forma simplista, atribuídos à tecnologia (MALTEMPI, 2008, p 61). Diante disso, vislumbra-se um novo cenário para a educação e para o papel do professor, sabe-se que frente às novas tecnologias, esses papéis deverão ser revistos.

Estudos demonstram que a base de formação recebida pelos professores não os prepara totalmente para esta nova era. Portanto, surge um grande desafio contemporâneo e recorrente: a formação pedagógico-tecnológica dos atuais docentes do ensino superior. Neste sentido, Maltempi (2008, p. 64), menciona a pouca evolução na formação docente nesta direção.

A formação inicial dos cursos de licenciatura em matemática, no geral, pouco mudou nas últimas décadas no que se refere à incorporação das tecnologias na prática docente e, portanto, continua-se formando professores cujo referencial de prática pedagógica é aquele no qual tecnologias não tomam parte (MALTEMPI, 2008, p 64).

Conforme (RICHIT, 2005), é urgente a criação de políticas públicas que fomentem a efetiva incorporação de tecnologias na prática pedagógica de docentes de cursos de licenciatura. Não simplesmente em disciplinas isoladas que tratam de informática na educação, mas principalmente em disciplinas de conteúdo aplicado e específico, de modo que o futuro docente possa vivenciar a aprendizagem tendo por referência o uso pedagógico das tecnologias, sendo isso parte cotidiana em seu processo de formação. Dessa forma, é possível que os futuros docentes venham a incorporar, com sucesso, as tecnologias no exercício de sua profissão.

### 3 AS TECNOLOGIAS E OS MOMENTOS DE CRISES

A expressão “crise” provém da palavra grega *krisis*, que significa “decisão” e deriva do verbo *krino*, que quer dizer “eu decido, separo, julgo” (MORENO et al, 2003; SÁNCHEZ; AMOR, 2005). Assim, conforme Tavares (2004), a crise é um processo subjetivo de vivência, no qual condições internas e externas demandam uma nova resposta à situação. As situações de crise são limitadas no tempo, quase sempre se manifestando por um evento desencadeador, e sua resolução final depende de fatores como a gravidade do evento e dos recursos pessoais e sociais então disponíveis (MORENO et al., 2003).

A pandemia do Corona vírus, Covid-19, impactou as relações sociais em todas as perspectivas. A quebra desta normalidade resultou de uma das mais acentuadas expressões de crise da civilização capitalista, industrial, moderna e ocidental. Assim, o avanço desta nova crise sistêmica está forçando todas as instituições de ensino a reverem suas metodologias de ensino. Dada a necessidade de políticas de isolamento e o fechamento das instituições, milhares de professores e milhões de estudantes terão que encontrar novas formas de lecionar e aprender, o que será um enorme desafio para o tradicional método de ensino já utilizado por décadas. Esses sujeitos encontram-se acostumados com salas de aulas cercadas por paredes, com cadeiras enfileiradas, um quadro branco e, em algumas vezes, um projetor multimídia (ALLAN, 2020). É interessante notar as afirmações de Follow (2020, p. 01) neste sentido.

Na Educação Superior, os/as Docentes foram pegos de surpresa, a gestão acadêmica também. Em pouquíssimo tempo e sem formação de professores, foi necessário receber *login* senha, participar de treinamento em plataforma, saber onde clica, onde baixa, onde *linkar*, como transmite e compartilha (FOLLOW, 2020, p. 01).

Não se pode esperar que todos se adaptem repentinamente a estes novos tempos. Vários são os problemas estruturais para implementação de novos modelos, mas este é um excelente momento para a aplicação de ferramentas tecnológicas já disponíveis, afim de estruturarmos alternativas no formato educacional, tanto para a formação docente quanto para a discente. É a oportunidade de criar situações diferenciadas que podem auxiliar na resolução do problema momentâneo, como também colaborar para fortalecer a cultura digital e avançar rumo a uma nova educação, como

muito tempo já vem sendo discutido (ALLAN, 2020, p. 01).

#### 4 FORMAÇÃO DOCENTE ORIENTADA ÀS TECNOLOGIAS

É inquestionável a importância de um educador competente dentro de uma sala de aula. Investir na formação do professor é a principal ferramenta para se alcançar uma melhor qualidade do processo de ensino, pois um profissional bem preparado terá conhecimento e condições favoráveis para elaborar, com expertise, um excelente conteúdo curricular de ensino. Com a formação adequada, ele estará mais bem preparado e informado sobre as técnicas para entreter alunos, abordar conteúdos e conduzir com eficiência uma aula.

Outro fator importante é que as novas gerações de estudantes têm demonstrado sua preferência em utilizar os recursos de tecnologias para seu aprendizado extraclasse. O meio televisivo tradicional é de uma era que não a deles. Diferentemente, eles consomem conteúdo e produzem conteúdo de acordo com sua preferência, é uma geração mobile, ou seja, são móveis ou flexíveis na busca por informações (ROESLER, 2020, P. 02).

Com base nestes fatos, observa-se a urgência na formação do professor para atuar com estas ferramentas nos estabelecimentos de ensino. Principalmente, quando se buscam melhorias para a qualidade do setor educacional, deve-se considerar que o agente principal desse processo é o professor e sua formação. (BRANDÃO, 2005, p 49).

##### 4.1 SOFTWARES EDUCACIONAIS

Os softwares educacionais têm se expandido praticamente em todas as áreas do conhecimento e em vários níveis no processo educacional, desde a pré-escola à pós-graduação, com esta rápida evolução da tecnologia computacional, esses programas foram sendo aprimorados para atender a uma ampla gama de experiências de ensino e aprendizagem. (GONÇALVES, 2016, p. 58).

Hoje, existe uma variedade de ferramentas que auxiliam a troca de informações entre as pessoas geograficamente separadas, tais como: *Chats, Blogs, Fóruns, Webmails* e Redes Sociais. Vesce (2020) menciona a importância nestas novas ferramentas para o processo pedagógico.

Dentre as diversas ferramentas que auxiliam os educandos no processo de aprendizagem tem-se o computador como um grande aliado. O computador, representando as diversas ferramentas da informática e os softwares educativos usados na educação, torna-se cada vez mais um amplificador de potencialidades na capacitação e aperfeiçoamento de alunos, professores e das próprias instituições de ensino (VESCE, 2020).

A inclusão de *softwares* no ensino da matemática, o professor oferece novas formas de produzir e consumir a informação e o conhecimento, envolvendo os alunos em novas práticas, deixando a matemática de ser algo assustador (TEODORO, 2017, p 83). A ludicidade trazida pelos *softwares*

educativos, contribuem para instigar os discentes a adquirirem conhecimento de uma forma atrativa.

Neste cenário de educação virtual surge a função do professor de instigar, de fazer nascer no aluno o desejo de aprender, fazendo do saber um enigma para suscitar no estudante o desejo de desvendá-lo (MORAN, 2009). Profissionais adaptados a este novo modelo, apresentarão melhores resultados, pois os meios tecnológicos ali inseridos trazem condições de criar ambientes de aprendizagem abertos, com a finalidade de ir aprofundando conceitos e construindo os conhecimentos (FILHO, 2002). Dentre as diversas tecnologias, conforme (GEBRAN, 2009) e (GOULART et al, 2015, p. 05) estão aplicativos, *softwares* educacionais, a Internet, portais, recursos tecnológicos de massa, recursos audiovisuais, jogos educacionais e robótica pedagógica.

## 4.2 AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

Independentemente da área a ser ensinada, em geral, os cursos à distância necessitam de uma ferramenta para gerenciamento de cursos, conhecida como Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) ou o termo em inglês *Learning Management System (LMS)*. Um AVA é um ambiente computacional que permite ao professor gerenciar um curso a distância, provendo o planejamento, implementação e gestão do aprendizado à distância, sendo bastante utilizado em cursos semipresenciais ou para a publicação de materiais que complementem os cursos presenciais (SALVADOR e GONÇALVES, 2006, p. 7.123). Estes ambientes foram desenvolvidos para auxiliar na estruturação de programas completos ou de apenas disciplinas isoladas, auxiliando professores e tutores no gerenciamento de conteúdo para seus alunos e na administração do curso. Esses ambientes permitem, também, o acompanhamento do progresso dos alunos através do conjunto de ferramentas que são disponibilizadas.

Atualmente, existe uma diversidade grande de Ambientes virtuais de aprendizagem como: CANVAS, *BlackBoard*, Teleduc, Open Redu, *Moodle*, Chamillo, *Google Classroom*. Outros AVAs também disponíveis atualmente são: Ensinar, DE2 *School*, Neolude, WebCT, Desire2Learn, DeskEaD, Dokeos, LRN, Edumate, Sakai Project, Angel, LON-CAPA, SOLAR, entre outros (SILVA, 2018, p. 03). Sendo assim, este trabalho delimita-se a apresentar brevemente MOODLE, Canvas, Chamillo e Google Sala de Aula, sob a ótica de seus suportes ao ensino da matemática.

### 4.2.1 Moodle

O *Modular Object Oriented Distance Learning Environment (MOODLE)* é um sistema de administração de atividades educacionais que viabiliza a criação e gestão de cursos *online*. Pode ser utilizado nos diversos níveis de ensino e de várias formas, desde a mais simples, que seria a disponibilização de materiais na plataforma até as mais elaboradas nas quais os alunos desenvolvem e enviam trabalhos através das ferramentas disponibilizadas no sistema.



O *MOODLE* é um software gratuito, que possui uma imensa comunidade global de desenvolvedores; possui *interface* completa e de fácil compreensão pelos alunos; sistema de *chats* e fóruns, amplamente utilizados como tira-dúvidas; proporciona recursos de interação como *chat*, fórum, mensagens, *workshop*, *wiki*, e demais ferramentas; oferece suporte tecnológico para a disponibilização de conteúdos de acordo com um modelo pedagógico e *design* instrucional; permite a realização de avaliações de alunos, controle de acessos, atribuição de notas; possui ferramenta de autoria própria já embutida além de apresentar várias opções de questionários e lições.

No contexto do ensino em matemática, o *MOODLE* apresenta opções interessantes para se desenvolver conteúdos em seu ambiente. Uma ferramenta interessante é o *ASCIIMathML* que converte equações em formato *MathML*, linguagem de marcação matemática principalmente para Internet, em tempo real e fornece formatos de expressões de texto mais facilmente dominada que o formato TeX, embora o filtro também converta expressões de TeX.

TeX é um formato de marcação para elaboração de textos com poderosa linguagem de representação de fórmulas matemáticas. A solução também permite a criação de gráficos com uso das ferramentas como *ASCIISvg*, *Google Charts*, ou *JSXGraph*, e possui uma calculadora on-line também incluída no pacote para a realização de cálculos (MOODLE, 2020).

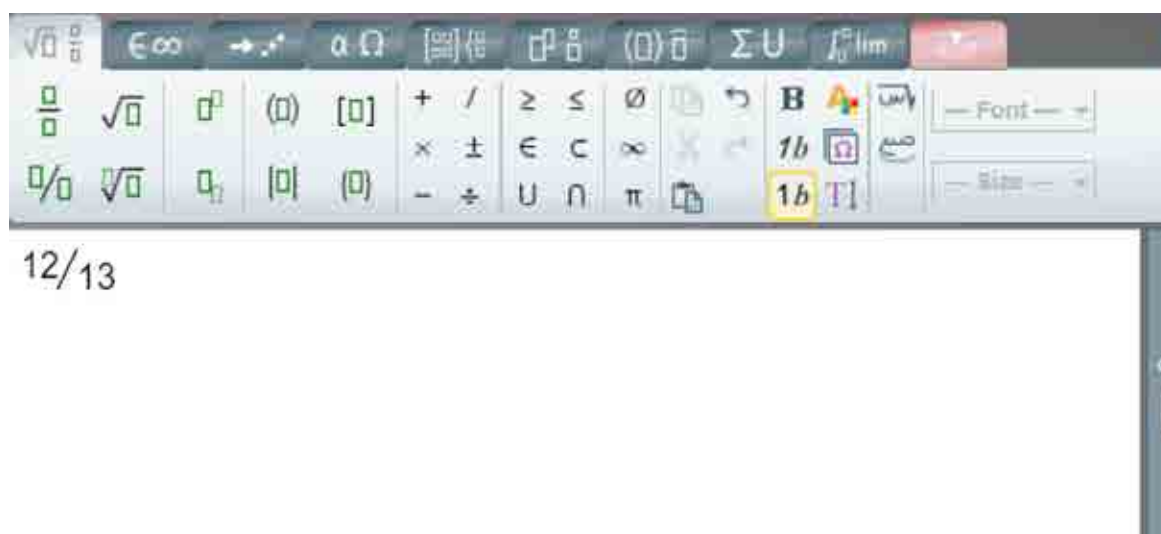
Apesar de serem ferramentas interessantes, seu uso necessita que o usuário possua certo conhecimento em linguagem HTML e TeX, o que não é algo simples para professores e alunos. Devido a isso, novos *plugins* foram adicionados para facilitar os trabalhos no ambiente virtual. Inclui-se a ferramenta *DragMath*, que consiste em um editor de equações que permite a inserção de fórmulas matemáticas, de uma forma amigável, na qual o usuário monta as equações matemáticas com cliques no mouse e o programa encarrega-se de convertê-lo para o formato TeX.

O plugin *ASciencePad* também está disponível e consiste em um editor mais aprimorado e com a funcionalidade *ASCIIMathML*. A ferramenta estende a aplicação ao inserir um editor que se pode ver a elaboração de equações com mais facilidade, sendo possível digitar facilmente fórmulas matemáticas e produzir gráficos cartesianos, paramétricos e polares 2D.

Também voltado para este fim, aparece o aplicativo *WIRIS*, que é um conjunto de ferramentas aplicáveis ao ensino de matemática e ciências. Sua principal função é editar fórmulas e resolver cálculos, contudo ele também disponibiliza outras funções como trabalhos com sistemas de equações, geometria plana e espacial, aritmética, combinatória, estatística e cálculo, tudo inserido ao ambiente *Moodle* entre outros AVAs.

O *software* foi desenvolvido especificamente para a educação e é utilizado em diversos países por alunos e professores, especialmente das ciências exatas (CRUZ et al. 2011, p. 4). Dentro das ferramentas do *Wiris* encontra-se o *MathType*, que é um editor de equações que permite digitar ou escrever manualmente expressões matemáticas, baseado em *MathML* e com uma interface em *Javascript*; e o *Wiris Quizzes*, composto por um conjunto questões para tópicos de matemática e ciências. O editor matemático do *Wiris* pode ser visualizado na Figura 1.

**Figura 1** - Visão do editor *Wiris*

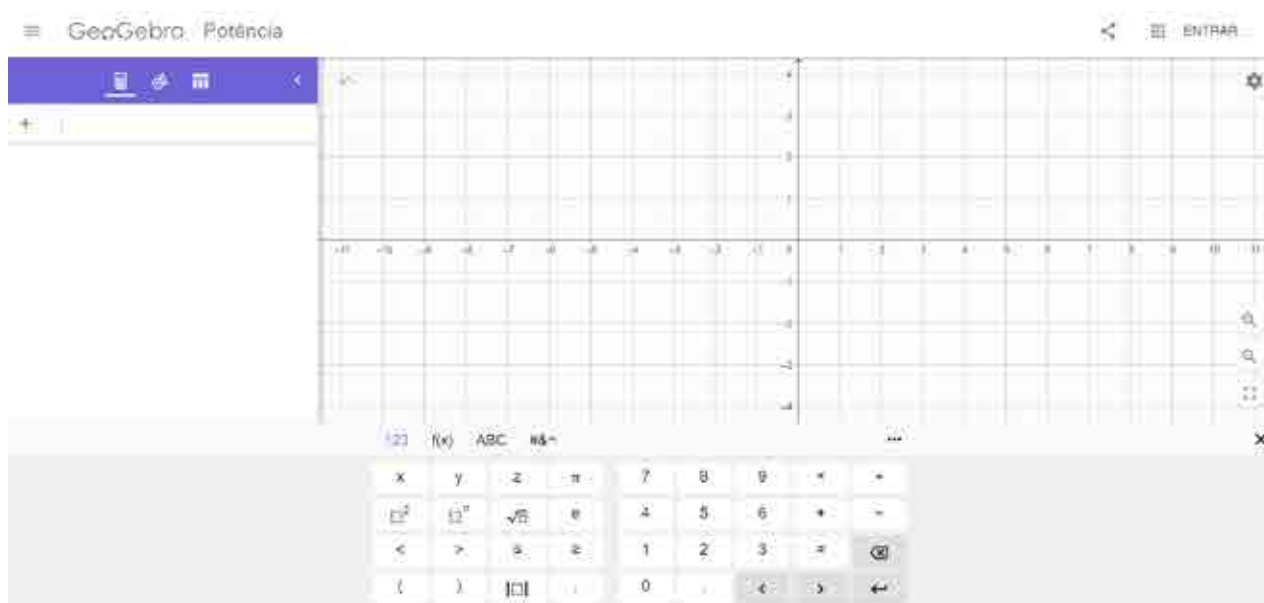


Fonte: <http://www.wiris.com/>

Outro software bastante conhecido é o GeoGebra, desenvolvido para auxiliar principalmente nas aulas de geometria, mas também pode ser trabalhado outros conteúdos, como trigonometria, funções e equações.

É um *software* gratuito e de fácil manuseio, o que possibilita aos professores e alunos uma aula bastante dinâmica. Este *software* pode ser utilizado desde o ensino básico até o ensino superior, pois ele possibilita o trabalho em conceitos básicos de matemática, como reta, ponto e plano até conceitos mais avançados, como equações diferenciais. (EMILIANO et al. p. 07). A Figura 2 apresenta a tela principal do GeoGebra.

**Figura 2** - Visão geral do Geogebra



Fonte: <https://www.geogebra.org/calculator>

Ferramenta semelhante é o *HostMath*, que também é um editor de fórmulas matemáticas, baseado na Web, ideal para digitar e exibir equações matemáticas complexas. Essas equações podem ser enviadas por *email* ou incorporadas a uma plataforma. Essas funcionalidades aliadas aos *plugins* que podem ser a ele adicionados, fazem do Moodle um ambiente virtual de aprendizagem muito utilizado para gerenciar cursos das mais diversas áreas do conhecimento, e em todas as modalidades de ensino, seja a distância, semipresenciais ou presenciais.

#### 4.2.2 Canvas

O Canvas é um LMS desenvolvido para universidades, distritos escolares e instituições educacionais. Possuindo uma configuração como um *software* aberto, ele implementa uma plataforma colaborativa, disponível também para dispositivos móveis.

Segundo (SILVA, 2018, p. 06), por ser um *software* aberto, sua personalização é um fator que pode ser indispensável para a integração de ferramentas de aprendizado. Outra vantagem é o fato de ser disponibilizado na nuvem, fazendo com que o usuário não precise se preocupar com hospedagem, atualizações, versões, *backup* de dados ou falha nos servidores.

Aos alunos, os principais benefícios são a disponibilização de um espaço para a troca de informações, o armazenamento de materiais didáticos, tarefas, discussões e o oferecimento de formas de comunicação e interação com os colegas (TENÓRIO, 2015, p. 32). É uma ferramenta eficiente para se utilizar como forma de aprendizagem alternativa ao estudo presencial e acessar conteúdos disciplinares adicionais.

Em relação ao ensino de exatas, suas possibilidades também são variadas, possuindo em seu ambiente um editor de fórmulas em *MathML*, como também permite a inserção dos plugins da ferramenta WIRIS ou a possibilidade do uso de *softwares* externos para elaboração de fórmulas, como *Geogebra* e *HostMath*, e posterior inserção em seu ambiente.

#### 4.2.3 Chamilo

O LMS Chamilo permite a criação de cursos, páginas de disciplinas, grupos de trabalho e comunidades de aprendizagem em ambientes virtuais de aprendizagem, sendo uma alternativa para a realização de trabalhos colaborativos mediados pelo computador, usando a internet.

Chamilo é uma plataforma de código aberto de uma forma radical. É uma plataforma que possui módulos nativos, tornando assim uma plataforma bastante estável para utilização. Ele disponibiliza de forma fácil e livre, o acompanhamento dos resultados de seus usuários, permitindo melhorias na metodologia, a *interface* limpa, permitindo o foco do usuário na aprendizagem, a fácil criação de conteúdos educativos, e a comunicação de canais de forma síncrona e assíncrona (CHAMILO, 2012).

Igualmente ao Moodle e Canvas, este ambiente possui ferramentas úteis para o desenvolvimento

de aulas na área de exatas, o mesmo apresenta um módulo voltado para matemática, possuindo, como os outros, um editor de fórmulas em *MathML*, como também permite a inserção dos plug-ins da ferramenta *Wiris* ou uso de *softwares* externos para elaboração de fórmulas.

#### 4.2.4 Google Classroom

O Google Classroom, ou *Google* sala de aula, é uma ferramenta que cria uma sala de aula virtual, na qual o professor organiza as turmas e direciona os trabalhos, tendo a disponibilidade de uso das demais ferramentas disponíveis pelo grupo Google. Tem como objetivo apoiar professores em sala de aula, melhorando a qualidade do ensino e aprendizagem. É uma ferramenta que permite a criação de grupos ou turmas, para compartilhamento virtual de informações e documentos.

Desenvolvido pela divisão do *Google for Education*, o *Google Classroom* permite que o professor poste atualizações da aula e tarefas de casa, adicione e remova alunos e ainda forneça um feedback. O serviço é integrado ao pacote de aplicativos do *Google Apps for Education* e aplicativos de produtividade como o *Google Docs* e *Slide*. Para acessar os serviços do Google Classroom, é preciso possuir cadastro junto ao banco de dados do *Google for Education*. Para utilizar a plataforma, a instituição interessada deve ter cadastro no *Google Apps for Education*. (SOUZA, 2016, p. 04)

O *Google Classroom* é uma plataforma que não necessita de instalação local e um servidor dedicado. A plataforma já se encontra online e hospedada facilitando a entrada na plataforma e a integração de diversas ferramentas online disponibilizadas pelo Google como: e-mail, armazenamento na nuvem, videoconferência e outros.

A plataforma é atualizada constantemente pelo *Google*, através de *feedbacks* fornecidos pelos seus usuários. Martins (2015) cita algumas funcionalidades do *Google Classroom* que são: criação de turmas virtuais; lançamento de comunicados; criação de avaliações; receber os trabalhos dos alunos; organização de todo material de maneira facilitada e otimização da comunicação entre professor e aluno. Silva (2018, p. 08) mostra como a referida plataforma pode ser útil para o uso em instruções remotas.

Percebe-se que o *google* sala de aula permite um suporte ao professor, no qual poderá estar acessando a sua sala de aula em qualquer tempo e lugar, desde que conectado à internet, criando um canal de discussão com a turma, no qual poderá ter um caráter de atividade pedagógica (SILVA, 2018, p. 08).

Segundo Fortes (2016, p. 05), o *Google* disponibiliza, de forma gratuita, para Instituições de Ensino, o programa "*Google Apps for Education*", que contém aplicativos que podem ser utilizados de forma amigável e intuitiva para facilitar o aprendizado e estimular a interação entre alunos e professores. Algumas ferramentas podem ser utilizadas pelos gestores da Instituição de Ensino no controle e gestão acadêmica.

Na área de exatas, apresenta a possibilidade de instalação do plug-in *EquatIO*, que permite a

criação de equações, fórmulas e testes matemáticos nos formulários do google. A ferramenta faz a conversão do conteúdo digitado para uma imagem em formato *MathML*, auxiliando professores e alunos a criarem expressões matemáticas de maneira rápida e fácil. Também está disponível a utilização de plug-ins da ferramenta *Wiris* e *softwares* como o GeoGebra em seu ambiente.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos efeitos provocados por momentos de crise é a possibilidade de se utilizar de novas estratégias para superar todas as problemáticas que se apresentem. É a oportunidade de trazer diferentes práticas, modificando as atividades habituais da sociedade contemporânea. As mudanças que hoje ocorrem em todos os campos do saber, estão obrigado também o meio educacional a se organizar para um novo momento.

É indispensável que o professor busque metodologias que favoreçam o aprendizado de determinados conteúdos. Tratando do uso da tecnologia na educação, é fundamental que as questões relacionadas com a utilização de espaços virtuais para ensino e aprendizagem tenham o seu espaço nos currículos dos cursos de formação de professores, como por exemplo, uma disciplina de Laboratório de Ensino voltado a utilização destes ambientes, não ficando, entretanto, sua aplicação restrita a uma única disciplina.

Os principais LMS do mercado foram apresentados juntamente com os plug-ins que podem ser adicionados para favorecer o ensino da matemática. Conforme a pesquisa, o *MOODLE* apresentou uma diversidade maior de plug-ins e ferramentas para adicionar conteúdos específicos do ensino em Matemática. Apesar do número de ferramentas disponíveis, ressalta-se que apenas a existência da ferramenta não é suficiente para tornar a aula mais interessante.

Assim, conclui-se que ao professor cabe o papel de estar engajado no processo de utilização de softwares, consciente das reais capacidades da tecnologia, do seu potencial e de suas limitações, para assim selecionar a melhor opção a ser explorada para um determinado conteúdo, para assim transformar o processo ensino-aprendizagem, por meio de uma renovação da prática pedagógica do professor e da mudança de postura do quadro discente, tornando-o sujeito ativo na construção do seu conhecimento.

## REFERÊNCIAS

ALLAN, Luciana. **Como a tecnologia pode ajudar nossas escolas a vencer o Coronavírus?** 2020. disponível em: <<https://exame.abril.com.br>>. Acesso em: 06 mai. 2020.

BRANDÃO, Paulo Cezar Ribeiro. **O uso das novas tecnologias e software educacional na formação inicial do professor de Matemática:** uma análise dos Cursos de Licenciatura em Matemática do Estado de Mato Grosso do Sul. UFMS, - Campo Grande, MS. 2005. Disponível em: <http://www.pucrs.br>. Acesso em 15 abr. 2020.

CHAMILO. Disponível em: <<http://www.chamilo.org>> Acesso em: 20 jun. 2012.

CANAL, Denise Cordeira Gonçalves; OLIVEIRA, Elisamara de. **Software Educacional**. Curso de Pós-graduação Lato Sensu Especialização em Informática Educativa (InfoEdu) a Distância. Disponível em: <http://sis.posugf.com.br>. Acesso em: 25 abr. 2020.

COSTA, Carlos Henrique de Jesus. SCHIMIGUEL, Juliano. **Uso de Novas Tecnologias na Educação Matemática: O Professor e a Webquest**. Anais do Encontro de Produção Discente PUCSP/Cruzeiro do Sul. São Paulo. p. 1-16. 2012.

COSTA, Rosa Maria E. Moreira da; XEXÉO, Geraldo Bonorino. **Internet nas escolas: uma proposta de ação**. Dez, 1997.

CRUZ, Jaqueline Zdebski da Silva. Et al. **A utilização do Software *Wiris* na Plataforma Moodle visando o ensino da Matemática**: o relato de um projeto de extensão. *CINTED-UFRGS*. V. 9 Nº 1, julho, 2011. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/21973>>. Acesso em: 10 mai. 20.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação Matemática: da Teoria à Prática**. Campinas, Ed. Papyrus, 1996.

EMILIANO, Maxsuel da Silva Emiliano. Et al. **O Uso de Softwares Educacionais para o Ensino de Matemática na Educação Superior**: relato de uma experiência de pesquisa. Disponível em: <<http://www.coipesu.com.br>>. Acesso em: 06 mai. 2020.

FILHO, Teófilo Galvão. **As novas tecnologias na escola e no mundo atual**: fator de inclusão social do aluno com necessidades especiais? III Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação Especial, Fortaleza, MEC, 2002. Disponível em: <<http://www.galvaofilho.net/comunica.htm>>. Acesso em: 01 mai. 2020.

FOLLOW, Jucineide Carvalho. **Coronavírus e o desespero da docência off line. 2020**. Disponível em: <<https://www.linkedin.com>>. Acesso em: 06 mai. 2020.

FORTES, Flavia Aparecida Machado; ALMEIDA, Antônia Lucineire de. **A implantação de ferramentas de EAD em instituição de ensino superior de pequeno porte**: uma experiência com aplicativos do Google. Jacareí-SP. 2016. Disponível em: <<http://www.abed.org.br>> Acesso em: 10 mai. 2020.

GEBRAN, Mauricio Pessoa. **Tecnologias Educacionais**. Curitiba, IESDE Brasil S.A.2009.

GOULART, Iris Barbosa. **O uso de um ambiente virtual integrado como ferramenta inovadora para a promoção da educação à distância**: um estudo de caso do LMS moodle. XV Colóquio Internacional de Gestão Universitária – Cigu. Mar del Plata – Argentina. 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br>>. Acesso em: 06 mai. 2020.

GONÇALVES, Michelly dos Santos. Avaliação de software educativo: a teoria em prática. Revista: EaD & Tecnologias Digitais na Educação. Dourados. MS. 2016. nº 5, Vol. 4. Disponível em: <<http://>>

ojs.ufgd.edu.br> Acesso em: 01 mai.2020.

MALTEMPI, Marcus Vinicius. **Educação matemática e tecnologias digitais**: reflexões sobre prática e formação docente. Acta Scientiae. v. 10. n.1. Canoas-RS. 2008. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/>>. Acesso em: 25 abr. 2020.

MARTINS. Rômulo. 6 ferramentas do Google sala de aula que vão incrementar sua aula. 2015. Disponível em: <<https://www.qinetwork.com.br>> Acesso em: 10 mai. 2020.

MOODLE. Disponível em <<https://docs.moodle.org/38/en/Mathematics>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

MORENO et al. **Intervención psicológica en situaciones de crisis y emergencias**. Madrid: Dykinson. 2003.

MORAN, Jose Manuel. **Modelos e avaliação do ensino superior à distância no Brasil**, 2009. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

RAMOS. Patrícia Edí. O professor frente às novas tecnologias de informação e comunicação. Cuiabá- MT. Disponível em: <<http://www.seduc.mt.gov.br>> Acesso em: 02 jan.2020.

RICHT, Adriana. MALTEMPI, Marcos Vinicius. **A formação profissional docente e as mídias informáticas**: reflexões e perspectivas. In: BOLETIM GEPEM - Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática. n.47, p.91-102, jul./dez. 2005.

ROESLER, Jucimara. **Coronavírus e a educação online como alternativa no calendário escolar**. 2020. Disponível em: <<http://abed.org.br/arquivos>>. Acesso em: 06 mai. 20.

SALVADOR, José Antonio. GONÇALVES, Jean Piton. **O moodle como ferramenta de apoio a uma disciplina presencial de ciências exatas**. Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo.2006. Disponível em: < <http://www.abenge.org.br>>. Acesso em: 01 mai. 20.

SÁ, Samantha Dubugras. Et al. **INTERVENÇÃO EM CRISE. REVISTA BRASILEIRA DE TERAPIAS COGNITIVAS**, 2008, Volume 4, Número 1. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org>>. Acesso em 06 mai. 2020

SÁNCHEZ, José Inácio Robles. AMOR, José Luis Medina. **Intervención psicológica en las catástrofes**. Madrid: Editorial Síntesis. 2005.

SILVA. Edivan Claudino Soares da. **O Google sala de aula como interface de aprendizagem no ensino superior**. 9ªsimeeduc. Aracaju-SE. 2018. Disponível em: <<https://eventos.set.edu.br>>. Acesso em: 10 mai. 20.

SILVA, Kátia Cilene da. MEHLECKE, Querte Terezinha Conzi. FURTADO, Ulisses de Melo. **Avaliação do ambiente virtual de aprendizagem Canvas**. MOSSORÓ. RN. 2018. Disponível em: <<http://www.abed.org.br>>. Acesso em: 10 mai. 20.

SOUZA, Affonso, SOUZA, Flávia. **Uso da plataforma Google Classroom como ferramenta de apoio**

**ao processo de ensino e aprendizagem:** relato de aplicação no ensino médio. Centro de Ciências Aplicadas e Educação. Universidade Federal da Paraíba. (UFPB). Rio Tinto, PB. 2016.

VESCE, Possolli. Softwares Educacionais. 2020. Disponível em: <<https://www.infoescola.com>>. Acesso em: 01 mai. 20.

TEODORO, Renata Aparecida Pereira. (2004). **Crise Psicológica**. Manuscrito não publicado. Laboratório de Psicoterapia e Psicanálise. Instituto de Psicologia. Universidade de Brasília.

TENÓRIO, Thaís. LAUDELINO, Marilda Adlong. TENÓRIO, André. **A importância do ambiente virtual de aprendizagem em um curso de graduação com base nas percepções de alunos a distância**. Revista Científica em Educação a Distância. V.5, No 3, 2015. Disponível em: <[Eademfoco.cecierj.edu.br](http://Eademfoco.cecierj.edu.br)>. Acesso em: 10 mai. 20.

TEODORO, Renata Aparecida Pereira. **Softwares na promoção de uma aprendizagem interativa da matemática**. Revista Multitexto. 2017. v. 5, n. 02. Disponível em: <<http://www.ead.unimontes.br>>. Acesso em: 06 mai. 2020.



# O USO DE HISTÓRIA EM QUADRINHOS COMO ESTRATÉGIA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE FÍSICA

Jhonatha Mike Menezes de Araújo<sup>1</sup>

Weimar Silva Castilho<sup>2</sup>

Humberto José Gama da Silva<sup>3</sup>

## RESUMO

O presente trabalho refere-se a uma pesquisa qualitativo-exploratória cujo propósito é verificar a viabilidade do uso das Histórias em Quadrinhos (HQs) como ferramenta metodológica e motivadora no Ensino de Física, ressaltando também a importância do conhecimento de ciência pelos estudantes. Nesse sentido, foi escolhido como tema contextualizador o acidente radiológico em Goiânia ocorrido em 13 de setembro de 1987. A pesquisa foi desenvolvida em uma escola de tempo integral na cidade de Palmas, Tocantins. Os sujeitos da pesquisa foram estudantes do Ensino Médio das turmas de primeiro, segundo e terceiro ano. As HQs foram usadas como método avaliativo dos conteúdos de emissões radioativas, efeitos da radiação, decaimento e meia-vida, sendo as mesmas desenvolvidas pelos próprios estudantes, caracterizando-se como o objetivo principal do trabalho.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Histórias em Quadrinhos (HQs). Acidente radiológico.

## ABSTRACT

*The present work refers to a qualitative-exploratory research whose purpose is to verify the feasibility of using Comic Books (CBs) as a methodological and motivating tool in Physics Education, also emphasizing the importance of science knowledge by students. In this sense, the radiological accident in Goiânia, which took place on September 13, 1987, was chosen as the contextualizing theme. The research was carried out at a full-time school in the city of Palmas, Tocantins. The research subjects were high school students from the first, second and third year classes. CBs were used as a method of evaluating the contents of radioactive emissions, radiation effects, decay and half-life, which were developed by the students themselves, being characterized as the main objective of the work.*

**Keywords:** Physics teaching. Comic Books (CBs). Radiological accident.

## 1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que os modelos de ensino usados nas escolas nem sempre funcionam como deveriam, nota-se um grande desinteresse por parte dos estudantes, isso se dá por modelos educacionais tradicionais e ultrapassados que, na maioria das vezes, contribuem para a má formação acadêmica dos estudantes, isso é mais evidente no ensino de ciências (PEREIRA, 2008).

O ensino de ciência com abordagens desestimulantes ou com uma metodologia de ensino

1 Licenciado em Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO

2 Professor doutor de Física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO

3 Professor mestre de Física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO

ineficaz contribui para o fracasso do estudante quanto sua aprendizagem e dificulta na sua participação efetiva em sala de aula, tornando-o um mero expectador passivo à explicação do professor.

Essa metodologia não contribui para uma aprendizagem significativa fundamenta-se no fato do aluno elaborar os seus próprios conceitos e não “decorar” fórmulas, leis, etc. Nessa direção, uma formação inadequada limita o aluno para a formação de um pensamento crítico para formular novas concepções e relacioná-las com seu cotidiano. Diante deste contexto, surge a necessidade de repensar novas estratégias de ensino que motivem e instiguem nossos estudantes a buscarem cada vez mais novos conhecimentos e que estes conhecimentos tornem-se significativos (PEREIRA, 2008).

As metodologias de ensino, quando bem planejadas e direcionadas, proporciona ao estudante a capacidade de atuar como agente principal na busca e construção do seu conhecimento, e podem desempenhar um papel fundamental na sua formação de estudante e cidadão. Neste sentido, pode-se citar o uso de Histórias em Quadrinhos (HQs) como uma forma de fixar não apenas conteúdos, mas de garantir que o aprendizado tenha significado edificado nas bases do conhecimento do estudante e, para tal, deve-se explorar os conhecimentos prévios dos estudantes inseridos na sala de aula (MOREIRA, 1982). Para Testoni et al. (2004), as HQs trazem consigo uma linguagem mais acessível para os estudantes, permitindo uma aproximação com a Física de forma divertida, mas ao mesmo tempo permitindo-o enxergar a Física no cotidiano.

A utilização dos HQs nesse trabalho tem como objetivo abordar diversos conteúdos de Física relacionados com o acidente radiológico em Goiânia em 1987. Esse acidente teve repercussão nacional e internacional por ter sido considerado o maior acidente radiológico do mundo fora das usinas nucleares. Tomando o referido acidente como fio condutor da ação pedagógica, serão abordados temas como emissões radioativas, efeitos da radiação, decaimento e meia-vida. Esses conteúdos serão ministrados nas turmas de primeiro, segundo e terceiro anos do Ensino Médio de uma escola pública de tempo integral localizada no município de Palmas, Tocantins. As HQs produzidas pelos estudantes foram adotadas como método avaliativo.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A leitura é fator integrante da sociedade, tanto a fala quanto a leitura são peças fundamentais para a formação do indivíduo. O estudante, ao iniciar a vida escolar, traz consigo o domínio da fala e no decorrer da vida acadêmica, nas séries finais do ensino fundamental, ele poderá aprimorar o seu domínio da leitura e escrita. Mas cabe ao professor, incentivar e dar subsídios para que o estudante possa construir-se como leitor e seja capaz de interpretar e assimilar os conteúdos estudados. (PAIVA; NAUJORKS, 2015).

Cada vez mais o hábito de leitura em sala de aula vem se tornando menos frequente, ainda há uma resistência por parte dos estudantes à leitura, implicando em estudantes com capacidade limitada de interpretação e escrita, pondo em risco sua aprendizagem. O professor deve apresentar

aos estudantes diferentes gêneros de leitura durante a vida escolar, o que torna-se essencial para sua formação como leitor/autor (PAIVA; NAUJORKS, 2015).

A leitura é um objeto da cultura e precisa ser desenvolvida pela escolarização com o objetivo de formar estudantes capazes de se posicionar sobre diferentes situações sociais tornando-os cidadãos com um pensamento crítico e possibilitar que se apropriem de outras formas de cultura (SETLIK, 2016 *apud* CRUVINEL, 2016).

Nas aulas de Física, a leitura e a escrita facilitam a incorporação e assimilação do saber científico, além de contribuir na formação de hábitos e atitudes com relação às informações relacionadas à ciência. Porém, deve-se analisar de que forma a leitura e a escrita vem sendo abordada nas aulas de Física e como isso tem contribuído no processo de ensino-aprendizagem dessa componente curricular.

Na maioria das escolas em nosso país, a aula de Física é abordada de modo tradicional. O estudante é passivo diante do conhecimento do professor, seria a conhecida “educação bancária”. Pode-se justificar tal metodologia de ensino com a falta de tempo que a disciplina tem, não sendo possível o estudante pensar com liberdade e assim apenas devendo decorar aquilo que está sendo ensinado ou, ainda, pelo fato de que o ensino estar direcionado à aprovação em provas de vestibulares (PEREIRA, 2008).

Os livros didáticos adotados nas escolas, na maioria dos casos, trazem um método de ensino tradicional, repleto de conteúdos seguidos de resoluções de exercícios. A consequência disso é um ensino mecanizado e ineficiente. Para Guaracira Gouvêa:

“[...] a disciplina escolar Física, expressa por esses livros e que tem como referência os conhecimentos do campo da Física, não apresenta protocolos de produção de conhecimento que não os legitimados por esse campo. Mesmo quando apresenta diretrizes para um ensino contextualizado, ao apresentar, por exemplo, imagens que problematizam o cotidiano, assume uma posição didática que poderíamos chamar de unilateral. Isto é, quando contextualiza o ensino, tomando como referência situações cotidianas, por exemplo, o uso de máquinas simples por seres humanos, estas são pontos de partida para o levantamento de modelos explicativos fundamentados nos conhecimentos científicos, legítimos e universais. Não são explicitadas questões sobre mecanização do trabalho, organização do trabalho, ou seja, há pouca discussão sobre ciência, tecnologia e sociedade” (GOUVÊA, 2006, p. 10).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio para o Ensino de Física apontam que a “matematização” dos conteúdos, bem como a memorização de fórmulas a serem aplicadas em exercícios descontextualizados prejudicam o processo de ensino-aprendizagem dos conceitos da Física nas escolas, contribuindo para uma aprendizagem mecânica.

[...] O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que

essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas [...] (BRASIL, PCNEM, 1996, p. 24).

Nesse sentido, pode-se apontar a leitura como um recurso viável para promover a aprendizagem significativa em detrimento à aprendizagem mecânica no que refere-se aos conceitos físicos.

De acordo com Ausubel (1980), a Aprendizagem Mecânica ocorre com a incorporação de um conhecimento novo de forma arbitrária, ou seja, o aluno precisa aprender sem entender do que se trata ou compreender o significado do porquê. Ausubel (1980) também ressalta que a aprendizagem significativa ocorre com a incorporação de conhecimento novo na estrutura cognitiva do estudante e pode ser associado a um conhecimento prévio, relacionado e relevante, já existente nessa estrutura cognitiva. Nessa direção, uma aprendizagem de caráter significativo possibilita ao aluno a elaboração de seus próprios conceitos a respeito de um determinado tema e não estimula o ato de decorar definições de forma literal e arbitrária.

Um meio possível para atrair a atenção dos estudantes são as Histórias em Quadrinhos (HQs), pois representam um dos mais difundidos meios de comunicação de massa. De acordo com Testoni e Abib (2005), as HQs trazem consigo uma linguagem mais acessível para os estudantes permitindo uma aproximação com a Física de forma lúdica, sendo, dessa forma, um instrumento que faz parte do cotidiano do estudante. Testoni e Abib (2005) também argumentam que, no primeiro momento, as HQs causariam um contato mais direto entre o estudante e o material didático, acrescentando que a linguagem e formatação proposta pelas HQs são expostas de forma acessível, criando uma narrativa dinâmica, com proposição de desafios e atividades cognitivas ao leitor.

Historicamente, pode-se citar que a comunicação através de desenhos e pinturas esteve presente nos modelos de sociedade desde a época das cavernas, onde o homem pintava as paredes das cavernas com objetivo de repassar o conhecimento para as gerações futuras, uma vez que a expectativa de vida dessa época era bem pequena. Para Lovreto e Luyten (2017), essas pinturas podem ser consideradas como as primeiras histórias em quadrinhos, nas quais a arte era predominante e as sequências desenhadas eram criadas.

Foi com o italiano Angelo Agostini que o Brasil tornou-se um dos pioneiros na criação da linguagem moderna dos quadrinhos, esse autor trouxe contribuições para disseminação dos HQs por todo o país, essas histórias foram “eternizadas com a criação do Dia do Quadrinho Brasileiro, 30 de janeiro, incluído oficialmente no calendário do país” (LOVRETO, 2011. p. 10).

Nos códigos gráficos expostos pelas HQs a imagem e a linguagem dos balões se combinam, atuando com um amplo poder de representação nos conceitos universais. Testoni e Abib (2005) afirmam que o texto incorporado nos HQs tem o objetivo de indicar aquilo que a imagem não mostra, adicionando elementos temporais e espaciais ao contexto pretendido, isso possibilita estabelecer uma relação de união lógica das vinhetas e códigos. Por outro lado, as imagens expostas nos HQs

têm o papel de buscar fornecer a dinamização à sequência de eventos da história.

Sabe-se que o Ensino de Física vem sendo frequentemente trabalhado nas salas de aula de uma forma literal e arbitrária. Nesse sentido, os HQs podem ser de grande ajuda como material complementar e que possibilita a fixação de conteúdos, em seu trabalho de conclusão de curso, Barros *apud* Testoni e Abib afirma que:

(...) a leitura de uma História em Quadrinho, em uma contextualização mais restrita, possui em sua confecção e aplicação a existência de duas características fundamentais que poderiam favorecer o alcance deste objetivo: a catarse e o desafio. (TESTONI; ABIB, 2005, p.3)

O processo de ensino-aprendizagem deve estar associado ao dia-a-dia do estudante, os conteúdos devem ter significado real para que esse processo de formação do conhecimento seja bem desenvolvido e tenha êxito. Para Lopes (2009), a Física, em sua essência, estuda a natureza e, dessa forma, essas relações tem que ser evidenciadas, fazendo com que o estudante possa associar a Física no seu cotidiano.

Os quadrinhos e tirinhas contribuem para o desenvolvimento do estudante e na absorção do conteúdo. Para Azevedo (2004), em um curso de Física, torna-se de fundamental importância apresentar aos estudantes problemas para serem resolvidos, pois essa é a realidade dos trabalhos científicos em todo o mundo.

Do ponto de vista cognitivista, pode-se observar que as HQs proporcionam um gama de possibilidades para o estudante podendo ser usado como subsunçores. Nessa linha de pensamento, MOREIRA (1982) diz que à medida que:

Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcione, dessa forma, como ponto de ancoragem para as novas ideias e conceitos (MOREIRA, 1982, p. 4).

O Ensino de Física implica, além de outras coisas, em uma interação da escola com a vida cotidiana dos estudantes, utilizando seus símbolos, suas linguagens, suas culturas e seus interesses, buscando aproximar e integrar os estudantes aos conteúdos trabalhados.

As HQs têm como finalidade explorar algumas competências no processo de ensino-aprendizagem estudante, para Caruso e Freitas:

“As HQs, por seu caráter lúdico, podem ser utilizadas pelo professor como instrumento de apoio em suas aulas capaz de “prender a atenção” dos estudantes. Elas têm a vantagem de permitir que qualquer assunto de Física ou de Ciências possa ser abordado sem recorrer, num primeiro momento, à matematização do fenômeno” (CARUSO; FREITAS, 2008, p. 10).

Horn e Leite (2016) investigaram a utilização de HQs no ensino de ciências, numa proposta

interdisciplinar com língua portuguesa e arte, com abordagem interpretativa e criativa na busca pelo conhecimento significativo. A metodologia utilizada foi a pesquisa-ação e envolveu estudantes do 9º ano do ensino fundamental II.

Observou-se que a utilização de HQs no ensino pode motivar os estudantes na busca pelo conhecimento científico, tornando-o mais próximo do seu cotidiano, colaborando na resolução de problemas, no entendimento das situações corriqueiras, além de poder ser utilizado pelo professor como um instrumento de avaliação da aprendizagem.

Testoni et al. (2013) discutiram o uso das HQs no Ensino de Física destacando o seu caráter desencadeador e instigador de discussões e debates, além da sua contribuição para um processo de ensino e aprendizagem com base na enculturação científica, mais especificamente, relacionado à evolução das argumentações dos estudantes. As HQs utilizada foram elaboradas pelo próprio autor e propõem a discussão sobre a primeira Lei de Newton. A pesquisa foi realizada em uma escola da rede municipal de ensino da cidade de São Paulo e os dados obtidos através da transcrição das gravações em áudio e vídeo das aulas observadas. Foi possível inferir a existência de indicadores do processo de enculturação científica, caracterizados pelas novas fases de apoio, dedução e refutação originadas após a aplicação das HQs com enredo físico no processo de ensino e aprendizagem, para além da simples aquisição de práticas e conceitos em ciências por parte dos estudantes, sobretudo retratando a relevância das proposições argumentativas no estudo dos fenômenos naturais.

A inserção de HQs como procedimento didático alternativo de ensino também é foco no projeto multidisciplinar realizado pela Oficina de Educação Através de Histórias em Quadrinhos e Tirinhas (EDUHQ), que tem sede no Instituto de Física da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, o projeto usa de tais métodos para articular conteúdos cognitivos e produção artística, dando ênfase na criatividade operada no campo pedagógico (CARUSO e FREITAS, 2009).

Silva (2010), em seu trabalho acerca da experiência no uso de HQs em sala de aula, abordou as dificuldades no uso de novas metodologias para o ensino, a pesquisa se desenvolveu com alunos de licenciatura em física e possibilitou uma reflexão sobre a mudança e aplicação de novas formas de se ensinar Física. Em suas observações, o autor afirma que uso de HQs em sala tem que ser encarado como mais uma das tantas metodologias possíveis para se trabalhar em sala de aula.

Neste trabalho, o acidente radiológico ocorrido em Goiânia, no ano de 1987, foi o tema contextualizador para a pesquisa envolvendo HQs como metodologia que visa promover a aprendizagem significativa na articulação dos conceitos físicos em turmas de Ensino Médio.

O acidente com o césio-137 foi registrado na capital goiana, tornando-se o maior acidente radiológico do mundo, acontecido fora de usinas nucleares. A tragédia ocorreu a partir de uma cápsula de uma máquina de radioterapia que foi abandonada nas antigas instalações do Instituto Goiano de Radioterapia. Dois catadores de lixo ao se depararem com o objeto, imediatamente o recolheram e venderam para um ferro velho. Em seguida, a cápsula foi violada e, em seu interior, foi encontrado um pó que brilhava à noite e tomava uma coloração azulada, chamando a atenção

de todos. O material encontrado na cápsula era o cloreto de cério, uma substância radioativa e prejudicial à saúde. A falta de conhecimento e o abandono de material radioativo culminaram na contaminação de centenas de pessoas, trazendo vítimas fatais e transtornos para os envolvidos (SILVA, 2018).

### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho tem como objetivo a criação de HQs, pelos estudantes do Ensino Médio, com foco na exploração das concepções físicas que envolveram o acidente radiológico em Goiânia. A metodologia utilizada constitui-se de uma pesquisa que se caracteriza de natureza qualitativo-exploratória<sup>4</sup> acerca da análise da influência das tirinhas e HQs como caráter motivador instigador.

Para elaboração das HQs foi preciso definir um roteiro e os fenômenos que abordamos. A radioatividade foi a parte da Física considerada de maior relevância nesse trabalho, uma vez que o conteúdo é pouco explorado nas salas de aula. Aqui a abordagem deu ênfase ao maior acidente radiológico em Goiânia (GO), com o Césio 137.

A metodologia foi aplicada em duas turmas de primeiro ano, uma turma de segundo ano e duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio, com um total de 150 estudantes. Os encontros ocorreram em dias distintos.

O trabalho se dividiu em três momentos. Primeiramente, foi explicado o que foi o acidente radiológico em Goiânia, o segundo momento seria para a conceituação e explicação de alguns conteúdos de Física tais como: decaimento, radiação, meia-vida e causas da exposição a uma substância ou elemento radioativo, por fim, o terceiro momento seria para a elaboração das tirinhas e HQs pelos próprios estudantes. Todos os conteúdos aqui citados foram trabalhos em todas as turmas.

É importante salientar que, ao ser observado que o assunto sobre o acidente radiológico em Goiânia era pouco conhecido pelas turmas, foi necessária a inserção de organizadores prévios para que as futuras informações servissem como “ponte” para a aprendizagem significativa.

Os organizadores foram usados na forma de assuntos introdutórios quanto ao acidente e alguns conceitos fundamentais como: energia, conceito de radiação, o que é um elemento radioativo e etc. Nesse sentido, a aprendizagem deu-se de forma mecânica, a partir de então que se deu início nas etapas a seguir.

No primeiro encontro, a aula tinha início com a explicação do acidente radiológico em Goiânia (GO), a explicação deu-se com uso de slides e quadro branco. Após sanar as dúvidas sobre o acidente radiológico, a segunda etapa da pesquisa se iniciava com uma breve bate-papo a fim de

---

<sup>4</sup> A pesquisa qualitativo-exploratória permite uma maior familiaridade entre o pesquisador e o tema pesquisado, visto que este ainda é pouco conhecido, pouco explorado. Tratando o objeto de estudo de forma subjetiva, na busca de identificação e análise de dados que não podem ser mensurados numericamente.

instigar a curiosidade e propor ao estudante a identificação dos conceitos físicos acerca do acidente radiológico. A partir de então, foi dado início a uma explicação mais direcionada ao objetivo que era o entendimento por parte dos estudantes sobre a Física por trás de uma tragédia.

O segundo encontro tratou da explicação dos conteúdos de radiação, meia-vida, decaimento, tipos de radiação, o que é o Césio 137 e, por fim, foi explicada a importância de conhecer a Física fora da sala de aula e o quanto ela está presente no nosso cotidiano.

O terceiro encontro contou com a criação de tirinhas e HQs para que o estudante criasse seu próprio desenho e assim verificar se houve a compreensão do assunto estudado, a elaboração das HQs foi feita em grupos, a formação dos grupos foi feita pelos próprios alunos e não havia um número específico de membros.

O critério de seleção das HQs para serem expostas nos resultados foram: criatividade do desenho, os conceitos físicos abordados e a coerência desses conceitos com os temas estudados.

#### **4 RESULTADOS e DISCUSSÃO**

Foi possível observar, ao longo dessa pesquisa, que poucos estudantes conheciam o acidente com o Césio-137, ocorrido em Goiânia (GO), levando em consideração as dimensões desse acidente é possível detectar um certo desconhecimento de fatos acontecidos no próprio país, isso pode remeter na importância de tal fato não cair no esquecimento e ser abordado em salas de aula de todo o país.

No que diz respeito aos conceitos físicos envolvidos no acidente, foi possível perceber certa confusão entre a emissão de radiação do Césio-137, embora explicado que a emissão de um elemento radioativo depende de alguns fatores como distância, tempo de exposição e quanto a substância está emitindo, alguns estudantes ainda têm consigo que a exposição a uma substância como o Césio-137 sem que haja contato com a substância o possa deixar radioativo e assim afetar as pessoas em volta. Tal feito pode ser observado na história em quadrinho (figura 01) feita por estudantes do terceiro ano.



**Figura 01:** História em quadrinhos elaborada pelos estudantes do terceiro ano



**Fonte:** Acervo do próprio

Na HQ, Figura 03, é possível observar que houve a compressão dos perigos da radiação gama e no quanto ela pode ser letal para o ser humano, uma vez que seu grau de penetração é muito superior que as demais. A radiação gama é formada pela emissão de ondas eletromagnéticas do núcleo atômico, as principais características desse tipo de radiação é a alta velocidade de propagação e a grande quantidade de energia emitida.

É interessante ressaltar a simbologia que cada tipo de radiação leva consigo, analisando a HQ pode ser observado que, na lápide desenhada, os estudantes usaram a simbologia da radiação alfa, podendo servir como atividade de avaliação e reflexão para abordagens e correções de erros dos conceitos estudados.

**Figura 02:** História em quadrinhos elaborada pelos estudantes do segundo ano

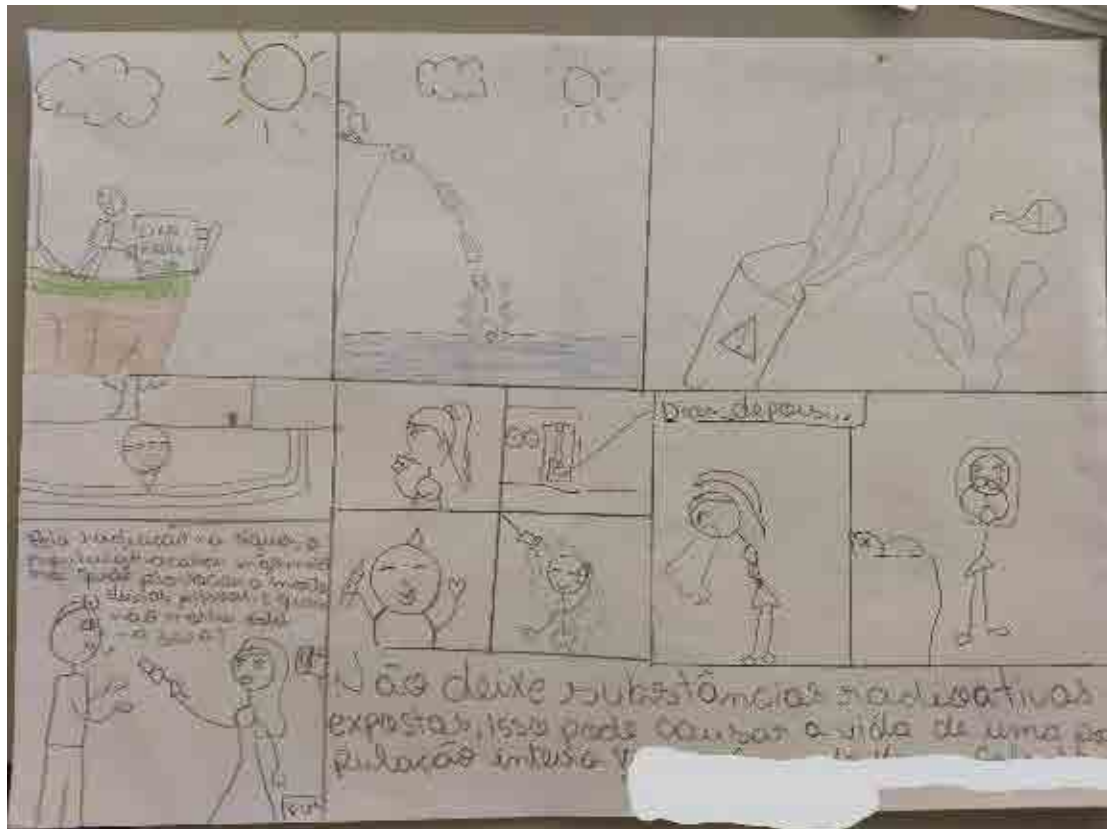


Fonte: Acervo do autor

Outro fator observado nos HQs desenvolvidos foi o armazenamento do lixo radioativo e a contaminação por lixo radioativo. No acidente com o Césio-137, todo o lixo gerado foi armazenado em caixas de concreto e chumbo para que não houvesse mais contaminação, tais tipos de materiais são usados para isolar a radiação emitida, pois seus átomos estão bem próximos ocasionando uma maior densidade e impossibilitando a travessia das ondas eletromagnéticas.

A história em quadrinho abaixo presente na figura 3 explora a falta de conhecimento sobre a armazenagem de lixo radioativo e mostra as consequências geradas para a sociedade. Esse tipo de HQ pode ser usado quanto à compreensão dos processos de descarte de material radioativo e no que diz respeito ao armazenamento seguro de tais substâncias.

**Figura 03:** História em quadrinhos elaborada pelos estudantes do primeiro ano



**Fonte:** Acervo do próprio.

Vale ressaltar que muitos estudantes questionaram sobre a radiação emitida por celulares e micro-ondas, se elas são prejudiciais à saúde e se impressionaram ao saber que a radiação é usada na conservação de alimentos.

Outro fato a se observar é quanto à surpresa que os alunos demonstraram cada vez que era falado que o dono do ferro velho violou a cápsula contendo o cézio-137; Perguntas do tipo “eles deveriam saber que não devia mexer com esse material”, a pergunta era respondida com outra pergunta do tipo: “e se fosse você no lugar deles, iria entrar em contato com o material?” Essas perguntas levaram a uma reflexão quanto ao desconhecimento científico existente no Brasil.

Uma das causas das primeiras mortes no acidente radiológico foi o tempo de exposição à substância radioativa, sabe-se quanto mais tempo exposto a uma substância radioativa, maiores são os prejuízos para a saúde. Na história em quadrinho da figura 04 é possível notar que, ao passar do tempo, o corpo vai sofrendo alterações celulares que desencadeiam em sérios problemas de saúde. Nessa direção pode-se observar a compreensão dos alunos acerca desse fenômeno.

**Figura 04:** História em quadrinhos elaborada pelos estudantes do terceiro ano



Fonte: Acervo do autor

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através de metodologias alternativas pode-se chegar ao objetivo desejado, o uso de HQs como maneira de fixação de conceitos e assuntos estudados pode ser uma maneira de fazer o Ensino de Física mais atraente para o estudante. O uso das HQs em sala de aula possui potencial para geração de uma relação do estudante com relação ao conteúdo disposto, precisamente pelo aspecto atrativo, divertido e de linguagem informal. As HQs elaboradas pelos estudantes sobre temas de radioatividade é um recurso didático inovador, cujas dificuldades em primeira análise, foram superadas no decorrer da execução deste projeto.

Convém destacar que os objetivos deste trabalho de analisar, avaliar e propor o uso de HQs como recurso didático nas salas de aula foram atingidos, depois de estudo aprofundado sobre o tema, afirmar-se que as HQs pode ser utilizada como recurso didático para instigar a curiosidade do educando e desafiar o seu senso crítico.

As HQs podem ser utilizadas como ferramentas didáticas de diversas formas nas aulas, podendo ser empregadas como: contextualização, avaliação e incentivo à leitura. Não há dúvidas que essa metodologia exercita a criatividade de forma prazerosa e divertida. Neste sentido, as pesquisas empregadas a HQs são recursos adequados para o processo de ensino e aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. – Psicologia educacional. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.

CARUSO, F. Física Moderna no Ensino Médio: o Espaço-Tempo de Einstein em Tirinhas. Revista Brasileira de Ensino de Física, V.26, n. 2: p. 355-366, 2009.

CARUSO, Francisco; CARVALHO, Miriam; SILVEIRA, Maria Cristina. Uma proposta de ensino e divulgação de ciências através dos quadrinhos. Ciência & Sociedade, v. 8, 2002. Tirinhas Caruso. Disponível em <[http://www.cbpf.br/~caruso/tirinhas/tirinhas\\_menu/tirinhas\\_menu.htm](http://www.cbpf.br/~caruso/tirinhas/tirinhas_menu/tirinhas_menu.htm)>. Acesso em 28 de agosto de 2017.

DE SOUZA, Eduardo Oliveira Ribeiro; VIANNA, Deise Miranda. Reflexões sobre o uso de histórias em quadrinhos para promover o discurso na aula. 2013. Ensino de Física, 2004, 158 fls. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

GOUVÊA, Guaraci. Currículo, Livro Didático e Ensino de Física. Disponível em <[http://www.cienciamao.usp.br/dados/epef/\\_curriculolivrodidaticoe.trabalho.pdf](http://www.cienciamao.usp.br/dados/epef/_curriculolivrodidaticoe.trabalho.pdf)>. Acesso em 17 de dezembro de 2018.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/33672>>. Acesso em 30 de janeiro de 2019.

MOREIRA, Marco Antônio. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel / Marco A. Moreira, Elcie F. Salzano Masini. – São Paulo: Moraes, 1982.

PEREIRA, M. L. A. A., Olenka, O. e Oliveira, P. E. D. F. Física em Ação através de Tirinhas e Histórias em Quadrinhos. Disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p896>>. Acesso em 12 de fevereiro de 2018.

SILVA, Boniek Venceslau da Cruz. Utilizando Tirinhas em sala de aula: Uma experiência com estudantes do curso de Licenciatura em Física. Disponível em <[https://www.researchgate.net/publication/214383355\\_UTILIZANDO\\_TIRINHAS\\_EM\\_SALA\\_DE\\_AULA\\_UMA\\_EXPERIENCIA\\_COM\\_ESTUDANTES\\_DO\\_CURSO\\_DE\\_LICENCIATURA\\_EM\\_FISICA](https://www.researchgate.net/publication/214383355_UTILIZANDO_TIRINHAS_EM_SALA_DE_AULA_UMA_EXPERIENCIA_COM_ESTUDANTES_DO_CURSO_DE_LICENCIATURA_EM_FISICA)>. Acesso em 26 de fevereiro de 2018.

SOUZA, Líria Alves de. “Acidente com céσιο-137”; Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilescola.uol.com.br/quimica/acidente-cesio137.htm>>. Acesso em 17 de dezembro de 2018.

TESTONI, Leonardo André. Um corpo que cai: As Histórias em Quadrinhos no Ensino de Física. Disponível em <[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/.../LEONARDO\\_ANDRE\\_TESTONI.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/.../LEONARDO_ANDRE_TESTONI.pdf)>. Acesso em 17 de dezembro de 2018.

TESTONI, Leonardo André; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. A UTILIZAÇÃO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS NO ENSINO DE FÍSICA. Disponível em <<http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL025.pdf>>. Acesso em 17 de dezembro de 2018.



**UniCatólica**

Centro Universitário Católica do Tocantins