

2022.1



# REVISTA ENGENHARIA DE INTERESSE SOCIAL

Ano 7, N-9, 2022

ISSN: 2525-6041



editora



UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE MINAS GERAIS



UNIDADE JOÃO MONLEVADE

## **Endereço postal**

### **Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG**

Unidade João Monlevade  
Avenida Brasília, 1.304  
Bairro Baú - João Monlevade/MG - Brasil  
CEP 35.930-314 – Fone: (31) 3859-3200

## **Contato Principal**

### **Equipe – REIS**

Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade João Monlevade  
Telefone: (31) 98510-1759  
E-mail: [revista.engenhariasocial@uemg.br](mailto:revista.engenhariasocial@uemg.br)

## **Contato para Suporte Técnico**

### **Revista Engenharia de Interesse Social**

Telefone: (31) 98510-1759  
E-mail: [revista.engenhariasocial@uemg.br](mailto:revista.engenhariasocial@uemg.br)

## **Equipe Editorial**

### *Editor Chefe*

Robson Pereira de Lima, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

### *Conselho Editorial*

Andreia Ribeiro Ayres, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Arminda Eugenia Marques Campos, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Guaratinguetá, SP, Brasil

Geraldo de Souza Ferreira, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brasil

Ivan Bursztyn, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Lênin dos Santos Pires, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil

Marcus Alvarenga Soares, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, Brasil

Maurício César Delamaro, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Guaratinguetá, SP, Brasil

### *Editores Científicos*

Sergio Luiz Gusmão Gimenes Romero, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Rafael Otávio Fares Ferreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Flávia Cristina Silveira Braga, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Telma Ellen Drumond Ferreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Vitória Régia Izau, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, Belo Horizonte, MG, Brasil

Wagner Ragi Curi Filho, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, MG, Brasil

### *Editor de Texto*

Sergio Luiz Gusmão Gimenes Romero, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

### *Editor Convidado*

Glelson Pereira Marques, Universidade do Estado de Minas Gerais, Passos, MG, Brasil

### *Assessores de Editoração*

Renata Janaína do Carmo, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Júlia Granja Figueiredo Pereira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Fernanda Emily Silva, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Vitória de Souza Leite, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

### *Comitê de Avaliadores*

Adilson Assis Cruz Junior, Rede de Ensino DOCTUN, unidade de João Monlevade, MG, Brasil

Ana Paula Sena Gomide, Universidade do Estado de Minas Gerais, MG, Brasil

André Luís Vieira Elói, Universidade do Estado de Minas Gerais, MG, Brasil

Afonso de Paula dos Santos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

Agostinho Ferreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Alan Rodrigues Teixeira Machado, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Alexandre de Barros Teixeira, Universidade Federal de Minas Gerais, MG, Brasil

Alexsander Saves dos Santos, Universidade Brasil, Brasil

Aline Ferreira Antunes, Universidade Federal de Goiás, GO, Brasil

Ana Maria Moreira Batista, Universidade do Estado de Minas Gerais, MG, Brasil

Andrea Patrícia Vargas Niño, Universidad de Cundinamarca, Colômbia

Andreia Ribeiro Ayres, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Breno Eustáquio da Silva, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Bruno Perozzi, Programa de Pós-graduação em Ciências Sociais, Brasil

Cassiano S. Rosa, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, Brasil

Coralie Heinis Dias, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil, Brasil

Daniela Maria Rocco Carneiro, Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil, Brasil

Daniele Cristina Gonçalves, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil, Brasil

Evaneide Nascimento Lima, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Fabricio Rainha Ribeiro, Faculdade Vértice – Univértix, Matipó, MG, Brasil

Fernanda Tátia Cruz, Universidade Federal de Ouro Preto Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Fernanda Tavares Barcelos, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Fernando Melo da Silva, Universidade do Estado de Minas Gerais, Frutal, MG, Brasil

Flávia Cristina Silveira Braga, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Gabriela Braga Fonseca, Universidade Federal de Ouro Preto, MG, Brasil

Gleicia Miranda Paulino, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Gracielle Antunes Araújo, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Hilton César de Oliveira, Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Hugo Marlon da Silva Nascimento, Rede de Ensino DOCTUM, unidade de João Monlevade, MG, Brasil

Hygor Aristides Victor Rossini, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Icaro Trindade Carvalho, Rede Doctum de Ensino, unidade de João Monlevade, MG, Brasil

Jônatas Franco Campos da Mata, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucurí, MG, Brasil

José Alves Ferreira Neto, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Juscelina Rosiane Ferreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Jussara Aparecida de Oliveira Cotta, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Kátia Andréa Carvalhaes Pêgo, Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

Kelly Cristina Ferreira, Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, MG, Brasil

Ladir Antonio Silva Junior, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Laura de Souza Cota Carvalho Silva Pinto, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Lucília Alves Linhares Machado, Universidade Federal de Ouro Preto - Campus João Monlevade, Brasil

Luiza Bedê, Centro Universitário Municipal de Franca, Brasil

Maísa Comar Pinhotti Aguiar, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Marcelo Silva Pinto, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Marcus Alvarenga Soares, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, Brasil

Maria de Lourdes de Almeida Silva, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil

Maurício César Delamaro, UNESP, Guaratinguetá, SP, Brasil

Michel Fábio Moreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Naiara Tavares da Silva, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil

Paulo Zaeyen de Oliveira e Silva, Centro Universitário de Belo Horizonte - UniBH, Brasil

Rafael Otávio Fares Ferreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Rafael Vital Januzzi, Instituto Ensinar Brasil, MG, Brasil

Renata dos Santos, Universidade Federal de Itajubá, Itabira, MG, Brasil

Rieder de Oliveira Neto, Faculdade Univertix, Matipó, MG, Brasil

Rita de Cássia Mendes, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Robert Delano de Souza Correa, Universidade do Estado de Minas Gerais, Frutal, MG, Brasil

Robson Pereira de Lima, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Roney Eduardo Lino, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Rubem Geraldo Vasconcelos Machado, Rede de Ensino Doctum, João Monlevade, MG, Brasil

Rudinei Martins de Oliveira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Savio Correa, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, MG, Brasil

Sergio Luiz Gusmão Gimenes Romero, Universidade Do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Shisley Ramos Barcelos, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Silmara Garcia, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Sergio Melo da Silva, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil

Sofia Luiza Brito, Universidade do Estado de Minas Gerais, Ubá, MG, Brasil

Tamara Daiane Souza, Universidade Federal de Ouro Preto, MG, Brasil

Telma Ellen Drumond Ferreira, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, MG, Brasil

Vitória Régia Izau, Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Wagner Ragi Curi Filho, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

## SUMÁRIO

### Editorial

Qual utopia é a sua?..... vii

### Artigos

Uso de biomassa celulósica mercerizada no tratamento de efluentes contaminados com corantes reativos têxtil.....1

Panorama dos processos minerários de cromo no Brasil..... 15

Análise de parâmetros hidráulicos e metodologias de dimensionamento para canais de drenagem: estudo de caso – Itabira/MG.....37

Análise da viabilidade técnica e econômica entre os sistemas construtivos *Light Steel Framing* e alvenaria estrutural em habitação de interesse social.....66

Pequenos negócios em tempos de COVID-19: impacto e estratégias de sobrevivência .....87



## Editorial

### Qual utopia é a sua?

A atual e já duradoura conjuntura socioeconômica mundial parece levar a humanidade para uma visão utilitarista sobre todos os aspectos das nossas vidas, fazendo com que, por muitas vezes, e em momentos variados, se critique a palavra utopia.

Em uma roda de bar, um amigo fala ao outro: “Isso aí é utópico”. Com esta frase, possivelmente, este amigo quis dizer: “Esquece, isso não vai acontecer”. Sinceramente, avaliando as ações das pessoas, a palavra utopia parece representar mais uma justificativa para se fugir de um caminho difícil que um sinônimo de um muro intransponível. Afinal, somos muito mais utópicos que imaginamos.

O famoso engenheiro Frederick Taylor, falecido em 1915, falava que os sistemas produtivos deveriam buscar o “one best way”. E o que é essa busca? Se não uma utopia taylorista.

As pessoas estão sempre querendo melhorar, aprender mais, criar novos laços, resolver problemas. A busca pela melhoria parece acompanhar a história do ser humano, mais utópicos que nunca, não acham?

Veja por exemplo, o texto “**Uso de biomassa celulósica mercerizada no tratamento de efluentes contaminados com corantes reativos têxtil**”. Ele apresenta um debate sobre pensar melhorias para diminuir a degradação do ambiente, ocasionada por poluentes oriundos da indústria têxtil. Mais uma utopia! E ainda bem que há muitos utópicos tentando estudar maneiras de mitigar os problemas ambientais que, cada vez mais, batem à porta da humanidade assim como os problemas econômicos. No sentido de debater problemas econômicos, este número da REIS traz o trabalho “**Panorama dos processos minerários de cromo no Brasil**” por meio do qual se faz um debate sobre a importância de se pensar a mineração de forma a associar a utopia de um mundo sustentável e a utopia de um mundo economicamente mais viável e justo.

Também se observa uma utopia no texto “**Análise de parâmetros hidráulicos e metodologias de dimensionamento para canais de drenagem: estudo de caso – Itabira/MG**”. Os autores desse trabalho apresentam um debate sobre como avaliar vazões em canais de drenagem. É um trabalho que o senso comum chama de técnico. A ideia de técnico tem sido utilizada pela narrativa do utilitarismo para esconder as utopias dos engenheiros e engenheiras que acreditam sempre, na possibilidade de melhorar as tecnologias. Seria talvez, uma utopia tecnológica! Ainda no sentido de buscar tais utopias, este número da revista traz o trabalho “**Análise da viabilidade técnica e econômica entre os sistemas construtivos Light Steel Framing e alvenaria estrutural em habitação de interesse social**” que apresenta um debate sobre soluções para as construções de moradias. Sob a perspectiva das utopias utilitaristas, este trabalho parece buscar soluções para o problema pragmático e muito



real relacionado ao déficit habitacional. Surgem, nesse contexto, algumas questões. Não é utópico pensar que todos possam moradias dignas? Não seria ótimo se essa condição fosse real? Não seria papel da engenharia buscar uma condição utópica que permita que os problemas de déficit habitacional sejam resolvidos? Parece que humanamente, a resposta é Sim. É uma utopia que deve ser buscada!

Utopias que visam melhorar os negócios, assim como as utopias tecnológicas, também são aceitas pela narrativa da sociedade utilitarista. O texto **“Pequenos negócios em tempos de COVID-19: impacto e estratégias de sobrevivência”** tratam de outra utopia: aquela relacionada à inovação. Especificamente, esse trabalho apresenta uma discussão sobre como a inovação e o planejamento contribuem para pequenas empresas alcançarem suas utopias.

Ante tantas possibilidades de utopias, faz-se o questionamento: É impossível para a humanidade chegar em um momento no qual a cor de pele, o gênero, a religião ou a sexualidade não sirvam de base para preconceitos? É utópico essa condição? Cada um pode ter uma resposta para estas perguntas. No entanto, sendo ou não impossível chegarmos em uma condição de sociedade sem preconceitos, não faz sentido parar de tentar alcançar tal condição de equidade, pois embora pareça ser difícil, parece ainda mais catastrófico não buscá-la.

Que vivamos nossas utopias!!!

Wagner Ragi Curi Filho



## Uso de biomassa celulósica mercerizada no tratamento de efluentes contaminados com corantes reativos têxtil

Fábio Luis Pecina<sup>1</sup>

Bruno Emmanoel dos Santos<sup>2</sup>

Daniel Brito de Oliveira<sup>3</sup>

Leandro Anselmo Santos Marchi<sup>4</sup>

### RESUMO

A indústria têxtil é um segmento importante no Brasil, pois além de promissor, impacta na economia do país, por exemplo, na geração de empregos. Porém essa tipologia industrial gera no processo produtivo poluentes que podem degradar o meio ambiente, principalmente pela utilização de insumos químicos e corantes, além de consumir grande quantidade de água. Diante deste fato, torna-se necessária cada vez mais a utilização de novas tecnologias sustentáveis e/ou processos complementares ao tratamento convencional, como, por exemplo, o uso da biossorção. O presente trabalho visa testar a viabilidade da biomassa mercerizada residual como material biossorvente alternativo para a biossorção desses corantes, sendo assim, um método mais seguro e de baixo custo de tratamento desses efluentes. Os experimentos foram realizados em dois segmentos de batelada, sendo uma parte realizada com o efluente modelo mais a biomassa *in natura*, e a outra parte com o efluente modelo mais a biomassa tratada com hidróxido de sódio. O método de avaliação da eficácia do biossorvente é feita através de análises de espectrofotometria. Os experimentos obtiveram resultados satisfatórios para a eficiência biossortiva do pó de serra mercerizado.

**Palavras-chave:** Efluentes Industriais. Corantes. Biomassa. Biossorvente.

---

<sup>1</sup>Graduando de Engenharia Química pela Universidade Brasil, ICESP, Campus Fernandópolis, SP, Brasil. E-mail: [fabioluis.pec@hotmail.com](mailto:fabioluis.pec@hotmail.com).

<sup>2</sup>Graduando de Engenharia Química pela Universidade Brasil, ICESP, Campus Fernandópolis, SP, Brasil. E-mail: [bruno.emmanuel@hotmail.com](mailto:bruno.emmanuel@hotmail.com).

<sup>3</sup>Graduando de Engenharia Química pela Universidade Brasil, ICESP, Campus Fernandópolis, SP, Brasil. E-mail: [dbo\\_daniel@outlook.com](mailto:dbo_daniel@outlook.com).

<sup>4</sup>Graduado em Engenharia Química pela Universidade Brasil, ICESP. Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Brasil, ICESP. É professor nos Cursos de Engenharia Química e Medicina da Universidade Brasil, ICESP, Campus Fernandópolis, SP, Brasil. E-mail: [leandro5marchi@hotmail.com](mailto:leandro5marchi@hotmail.com).

## *Use of mercerized cellulosic biomass in the treatment of effluents contaminated with reactive textile dyes*

### **ABSTRACT**

*The textile industry is an important segment in Brazil, because in addition to being promising, it impacts the country's economy, for example, in the generation of jobs. However, this industrial logic generates no production process that can degrade the environment, mainly through the use of chemical inputs and dyes, in addition to consuming large amounts of water. This fact becomes increasingly necessary for the use of new treatment technologies and/or processes complementary to the conventional one, such as the use of bioss or from time to time. The present work aims to test the viability of mercerized residual biomass as an alternative biosorbent material for the biosorption of these dyes, thus being a safer and low-cost method of treating these effluents. The experiments were carried out in two batch segments, one part carried out with the model effluent in natura experiments and the other part with the model effluent plus the biomass treated with de hydroxide. The evaluation method of biossve evaluation is done through analysis or spectrophotometry. The experiments obtained satisfactory results for the biosorptive efficiency of the mercerized saw dust.*

**Keywords:** *Industrial Effluents. Dyes. Biomass. Bio Sorbent.*

Artigo recebido em: 30/06/2022

Aceito em: 08/08/2022

## 1. INTRODUÇÃO

Com o objetivo de reduzir os custos no tratamento de efluentes gerados pelas indústrias têxteis, cientistas e acadêmicos vêm estudando formas de utilizar a biomassa como material biossorvente para o tratamento de efluentes contaminados com corantes. Essa nova tendência além de reduzir custos também é uma forma inteligente de direcionar a biomassa gerada por certos tipos de processos industriais, que geralmente são consideradas resíduos sólidos (FONSECA, 2016).

Um dos principais problemas encontrados no tratamento de efluentes têxteis é a remoção da cor da água, tendo como principal causa o uso de corantes reativos no processo produtivo, que, além do impacto estético causado nos afluentes, impede a entrada de luz no meio, retardando a atividade fotossintética e interferindo no crescimento da biota aquática, pois os corantes reativos são extremamente tóxicos para os organismos aquáticos (GARG *et al.*, 2004 apud SILVA *et al.*, 2014).

Entre os diversos tipos de corantes utilizados na indústria têxtil, os do tipo reativos são os desperdiçados em maior quantidade na etapa do tingimento. São corantes contendo um grupo eletrofílico (reativo) capaz de formar ligações covalentes com grupos hidroxila das fibras celulósicas, com grupos amino, hidroxila e tióis das fibras proteicas e também com grupos amino das poliamidas (GUARATINI; ZANONI, 1998). Despejos residuários de efluentes contaminados com corantes reativos podem variar entre 4 m<sup>3</sup>/h (30 toneladas por mês) e 110 m<sup>3</sup>/h (800 toneladas por mês). Devido à sua alta toxicidade, reatividade e permanência, os corantes do tipo reativo requerem um maior controle (KIMURA, 2001).

A maioria dos processos existentes para tratamento de efluentes contaminados com corantes não elimina a toxicidade, apenas a turbidez do efluente; e quando o tratamento envolve reação química, podem-se gerar substâncias ainda mais tóxicas. Com o intuito de melhorar esse quadro em relação às técnicas de tratamento, novas pesquisas vêm sendo realizadas, trazendo técnicas alternativas eficientes e de melhor custo-benefício (TOMASSONI *et al.*, 2019).

Os métodos de tratamento tradicionais de efluentes corados são eficazes na remoção da cor, porém, possuem suas limitações. A adsorção em carvão ativado é um método lento, pouco econômico, efetivo principalmente para volumes de pequena escala e, devido a sua carga superficial positiva, apresenta limitações na adsorção de corantes de caráter catiônico. Na degradação química com cloro, o cloro ativo reage quimicamente com as moléculas dos

corantes, produzindo íons inorgânicos que são altamente tóxicos para a fauna aquática. Os processos de tratamento de efluentes baseados em coagulação-floculação-decantação apresentam uma elevada eficiência na remoção de material particulado e em suspensão coloidal, entretanto, não atinge um nível aceitável de descoloração e há a necessidade de remoção e descarte do lodo gerado (KAMMRADT, 2004).

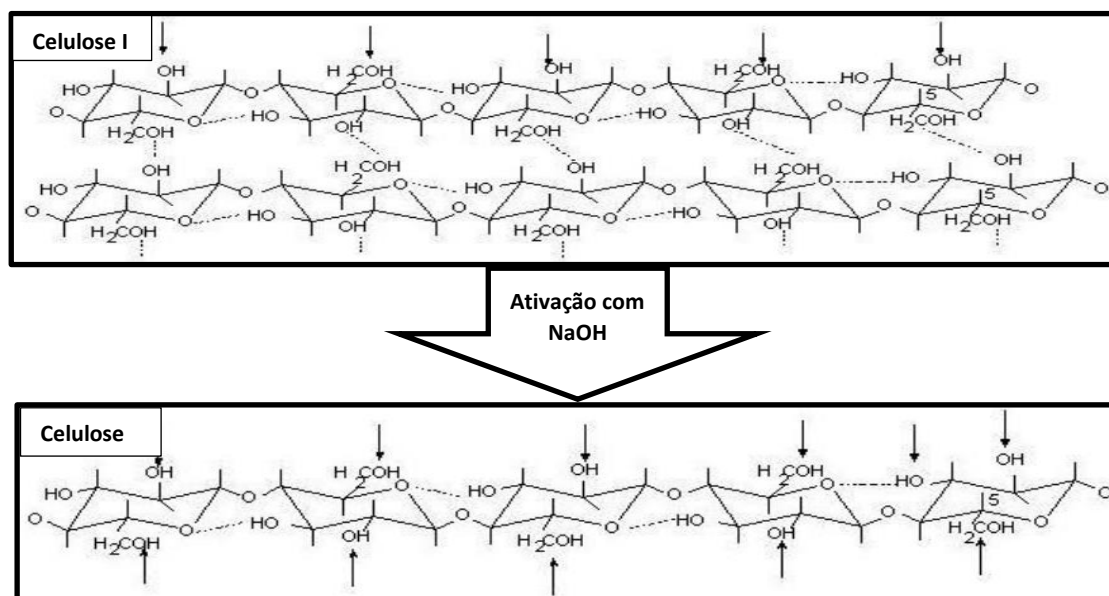
A biossorção, um processo de adsorção em matéria orgânica, geralmente possui vantagens em relação aos métodos tradicionais de tratamento de efluentes corados, por possuir um maior número de mecanismos de interação com o poluente (adsorção química e/ou física, interações eletrostáticas, troca iônica, complexação, quelação e microprecipitação), além de ser um processo que não gera subprodutos tóxicos e no qual o material biossorvente pode ser regenerado (DOTTO, 2012). O termo biossorvente engloba toda a biomassa, seja ela ativa (com atividade metabólica) ou inativa (sem atividade metabólica). Todos os biossorventes são oriundos de alguma forma biológica, como celulose de vegetais, quitina de crustáceos e cepas de micro-organismos (VAGHETTI, 2009).

Dentre os biossorventes de fibra celulósica que podem ser utilizados em processos de biossorção, é possível destacar: a utilização de bagaço de cana-de-açúcar, pó de serra, casca de pinhão, casca de avelã, casca de arroz, casca de amendoim, casca de banana, casca de laranja, fibra de sisal, talos de uva, sabugo de milho, polpa de beterraba e restos de produção agrícola de café e chá. A preparação desses biossorventes consiste em tratamentos físicos de baixo custo, tais como: lavagem, secagem e trituração. A sequência desses procedimentos produz um material granulado que então pode ser empregado como adsorvente (VAGHETTI, 2009).

A capacidade de biossorção dos materiais biossorventes inativos de fibra celulósica pode ser significativamente aumentada através de tratamentos químicos, que modificam suas estruturas moleculares e aumentam a disponibilidade de sítios de ligação para interações químicas e intermoleculares. Entre os principais reagentes químicos utilizados no tratamento da fibra celulósica estão: o hidróxido de sódio, a amônia e o glicerol (VAGHETTI, 2009).

Quando o material biossorvente celulósico é tratado em solução alcalina de NaOH (processo de mercerização), a estrutura morfológica da fibra é alterada, transformando celulose tipo I em celulose tipo II, o que resulta em alta adsorção devido ao aumento de superfície de contato e de grupos de hidroxilas livres (BEATRIZ *et al.*, 2006 apud GURGEL, 2007). A Figura 1 ilustra o aumento de superfície de contato e o aumento da disponibilidade dos grupos de hidroxilas depois da ativação da celulose com NaOH.

**Figura 1:** Disponibilidade de sítios de ligação antes e depois da ativação da celulose



Fonte: MORGADO, 2009, p. 60.

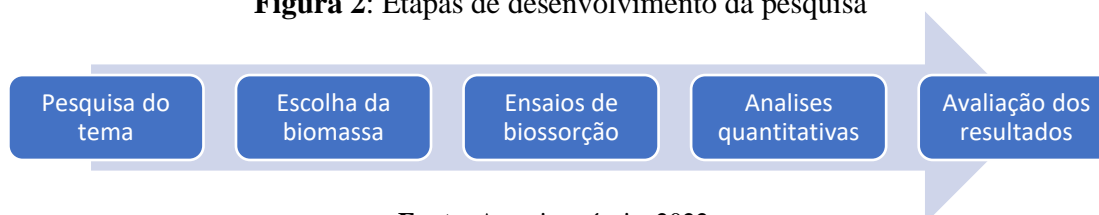
No tratamento da celulose I para a obtenção de celulose II, pontes de hidrogênio do retículo cristalino são rompidas e parte da lignina é perdida, o que provoca uma redução no empacotamento molecular. O resultado é uma fibra celulósica mais resistente e mais suscetível a reações fisicoquímicas (VIEIRA, 2012)

O presente trabalho, ciente da necessidade de implementação de novas técnicas de tratamento de afluentes têxteis que sejam de baixo custo, sem geração de subprodutos tóxicos e eficientes em relação à capacidade de retenção dos corantes reativos, visa comprovar e comparar a eficiência biossorbitiva do pó de serra mercerizado em relação a sua forma *in natura*.

## 2. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O desenvolvimento da pesquisa seguiu o método científico. O planejamento teve as seguintes etapas:

**Figura 2:** Etapas de desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Autoria própria, 2022.

As referências foram retiradas de teses de doutorado e mestrado, trabalhos de conclusão de curso (TCC), artigos científicos publicados em revistas e artigos científicos publicados em congressos, todos disponíveis na internet.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Na presente pesquisa, foi aplicada a técnica de bioadsorção utilizando pó de serra residual de marcenaria. O pó de serra foi escolhido para o experimento por ser um material particulado ideal para as práticas de bioadsorção, não necessitando passar pelo processo de trituração, além de ser um resíduo gerado em abundância pelas marcenarias e que necessita de destinações alternativas. Como efluente padrão a ser tratado pelo bioadsorvente, foram utilizadas soluções 15 mg/L de corantes reativos azul turquesa, vermelho e verde-azul.

Para avaliar a capacidade de adsorção da biomassa mercerizada, foi necessário realizar dois segmentos experimentais, um constituído do efluente modelo mais a biomassa mercerizada e uma contraprova constituída do efluente modelo mais a biomassa *in natura*.

#### 3.1 Lavagem e secagem da biomassa

Primeiramente, 3 kg de pó de serra foram lavado com água destilada até a remoção de toda as impurezas. Posteriormente o material foi seco em uma estufa a uma temperatura de 100° graus Celsius por 5 horas, utilizando formas de alumínio como recipiente, até a remoção de toda umidade, conforme Figura 3.

**Figura 3:** Lavagem e secagem da biomassa



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

As impurezas e a umidade podem comprometer os ensaios de biossorção e as análises quantitativas, trazendo incertezas ao experimento. Após a secagem, o material foi macerado utilizando-se almofariz e pistilo para desfazer os aglomerados de partículas.

### 3.2 Tratamento e secagem da biomassa

Para o tratamento da biomassa, foi utilizado uma solução de hidróxido de sódio de 0,6 mol/L. Foi separado 1,5 kg do material lavado e seco. O pó de serra foi submerso na solução utilizando um béquer de vidro temperado como recipiente e um agitador magnético para agitar e aquecer a mistura a uma temperatura de 60° graus por 3 horas.

Após o tratamento, o material foi lavado com água destilada e torcido com o auxílio de um pano, conforme a Figura 4, até a remoção total do hidróxido de sódio e da coloração marrom provocada pelo tratamento. Foi utilizado fitas de pH para o acompanhamento do pH da água de lavagem. A medição de pH que indica a remoção total do hidróxido de sódio fica na margem do potencial hidrogeniônico 7, que indica neutralidade do solvente.

**Figura 4:** Tratamento e lavagem da biomassa



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

O material já lavado, foi seco em uma estufa a uma temperatura de 100° graus Celsius por 5 horas, até a remoção de toda a umidade. Posteriormente o material foi macerado utilizando almofariz e pistilo devido ao aglomeramento das partículas do material que ocorre após a secagem.



**Figura 5:** Biomassas *in natura* e tratada



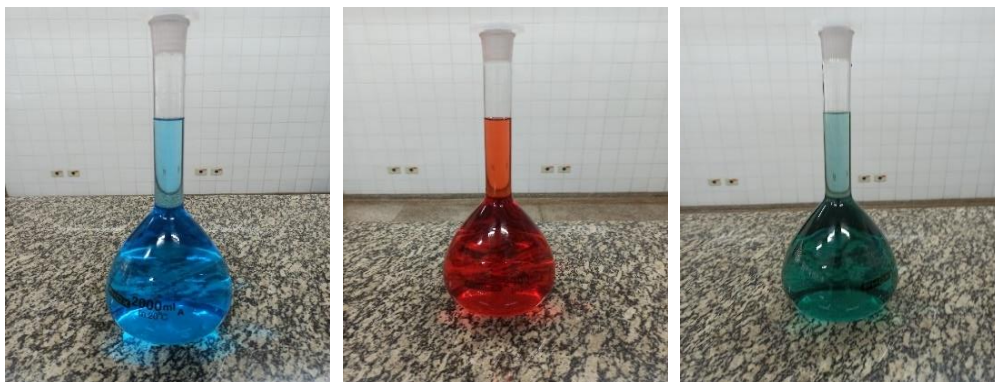
**Fonte:** Autoria própria, 2022.

O pó de serra mais disperso tem uma maior superfície de contato com o efluente a ser tratado, o que possibilita melhores resultados nos ensaios de biossorção.

### 3.3 Efluente padrão

Foram realizadas três soluções de corantes reativos a 15 mg/L utilizando balões volumétricos de 2 litros como vidraria de precisão. Foram utilizados os corantes azul turquesa n° 13, vermelho n° 13 e verde-azul n° 20, todos da marca Guarany.

**Figura 6:** Efluentes padrões azul, vermelho e verde



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

Para a determinação de suas absorbâncias, as soluções foram submetidas à técnica de espectrofotometria UV-VIS com cubetas de quartzo. Os comprimentos de ondas utilizados para analisar cada solução foram encontrados empregando-se uma tabela de cores

complementares, que indica o intervalo de comprimento de onda (nm) que cada cor é capaz de absorver.

**Tabela 1:** Cores da luz absorvida e cores complementares

Intervalo de comprimento de onda (nm)	Cor absorvida	Cor complementar (observada)
380-435	Violeta	Verde-amarelado
435-480	Azul	Amarelo
480-490	Azul-verde	Laranja
490-500	Verde-Azul	Vermelho
500-560	Verde	Purpura
560-580	Verde-amarelado	Violeta
580-595	Amarelo	Azul
595-650	Laranja	Azul-verde
630-780	Vermelho	Ciano

**Fonte:** MOREIRA; SANTOS; JUNIOR, 2016, p. 145.

Os valores de comprimentos de onda (nm) foram ajustados fazendo uma varredura espectral UV-VIS nas amostras dos efluentes padrões, utilizando os intervalos de ondas (nm) absorvidas para cada cor, de acordo com a Tabela 1. O comprimento de onda mais absorvido pela cor é o comprimento específico de absorbância da cor analisada.

Foram obtidos os comprimentos de onda de 485 nm, 635 nm e 585 nm, para as cores vermelho, verde-azul e azul turquesa respectivamente, como mostra na Tabela 2.

**Tabela 2:** Comprimentos de onda de absorbâncias das cores

Soluções de corantes	Concentração g/L	Comprimento de onda (nm)
Vermelho	0,015	485
Verde-azul	0,015	635
Azul Turquesa	0,015	585

**Fonte:** Aatoria própria, 2022.

### 3.4 Ensaios de biossorção

Para os ensaios de biossorção, foram separados 3(três) Erlenmeyer com 0,2 gramas do pó de serra *in natura*, e 3 (três) Erlenmeyer com 0,2 gramas do pó de serra tratado com hidróxido de sódio. Em cada Erlenmeyer foi adicionado 50 ml das soluções padrão de corante.

**Figura 7:** Ensaios de biossorção



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

Cada Erlenmeyer foi agitado manualmente por 3 minutos e deixado em descanso por 30 minutos. Após o tempo de descanso, coletaram-se amostras de cada recipiente para o processo de centrifugação, em que foram centrifugadas por 5 minutos. As amostras límpidas do biossorvente foram submetidas à técnica de espectrofotometria UV-VIS com cubetas de quartzo, utilizando os comprimentos de ondas determinados na Tabela 2.

Para determinar a remoção de cor em (%) das soluções, foi utilizado uma Equação 1 adaptada da remoção de cor em águas residuárias, descrito no artigo de *American Public Health Association* (1992) “*Standard methods for the examination of water and wastewater*” (apud ANDRADE; SOBRINHO; ANDREIA, 2019).

$$Descoloração (\%) = \frac{A_b - A_{bi}}{A_b} \times 100\% \quad (1)$$

Sendo:

*Descoloração %* = descoloração em porcentagem;

$A_b$  = Absorbância da solução bruta;

$A_{bi}$  = Absorbância da amostra biossorvida.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta os resultados de absorvância e descoloração obtidos nas análises de espectrofotometria UV-VIS com as soluções de corante bruto e as amostras que sofreram a bioissorção pelo material *in natura*.

**Tabela 3:** Descoloração do efluente com o biossoevente *in natura*

Efluentes padrões	Absorvância da amostra bruta	Absorvância da amostra bruta + biossorvente <i>in natura</i>	Descoloração (%)
Vermelho	0,372	0,093	75
Verde	0,115	0,055	52
Azul	0,130	0,038	71

Fonte: Autoria própria, 2022.

A Tabela 4 apresenta os resultados de absorvância e descoloração obtidos nas análises de espectrofotometria UV-VIS com as soluções de corante bruto e as amostras que sofreram a bioissorção pelo material tratado com NaOH.

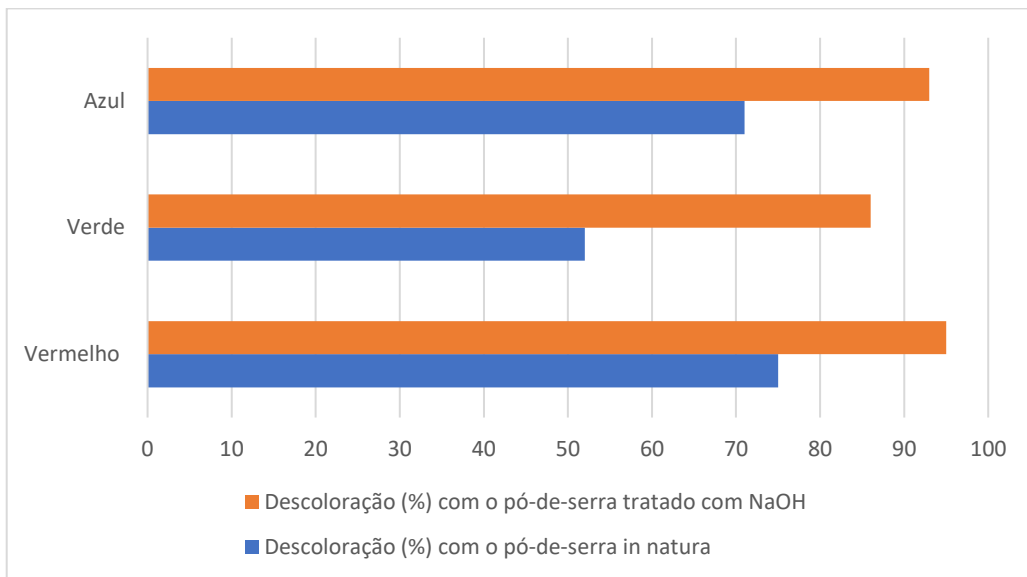
**Tabela 4:** Descoloração do efluente com o biossorvente tratado

Efluentes padrões	Absorvância da amostra bruta	Absorvância da amostra bruta + biossorvente tratado	Descoloração (%)
Vermelho	0,372	0,019	95
Verde	0,115	0,016	86
Azul	0,130	0,010	93

Fonte: Autoria própria, 2022.

O Gráfico 1 ilustra a diferença de descoloração (%) entre as soluções em que foi utilizado o pó de serra tratado e as soluções em que se utilizou o material *in natura* em relação às absorvâncias.

**Gráfico 1:** Descoloração (%) com o material tratado e o *in natura*



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

Como se pode observar no Gráfico 1, a descoloração (%) no efluente padrão utilizando a biomassa mercerizada obteve uma vantagem em média de 25,33 %, que se enquadra nos parâmetros de padrão a ser seguido segundo Guaratini e Zanoni (1998). Os resultados obtidos foram similares aos dos trabalhos de Azevedo *et al.*, (2018), que utilizou canela e romã como bio sorventes de azul metileno (5, 10 e 20 ppm), com o resultado de 90,7% de remoção do corante, e ao trabalho de Andrade, Sobrinho e Candeia (2021), que utilizaram quitosana como bio sorvente de soluções corantes têxteis e obtiveram uma média de eficácia de 98,23%.

## 5. CONCLUSÃO

Como se pode observar nas Tabelas 3 e 4, o pó-de-serra *in natura* e o mercerizado obtiveram bons resultados como bio sorvente de corante reativos. O material tratado com NaOH obteve grande vantagem em relação ao *in natura*, com uma média de descoloração de 25,33 % a mais. Com os dados obtidos, conclui-se que a biomassa celulósica mercerizada com NaOH possui uma grande capacidade de bio sorção de corantes reativos em relação à biomassa *in natura*, o que a torna um bio sorvente alternativo para tratamento de efluentes contaminados com corantes do tipo reativo.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, P. J.; ANDRADE SOBRINHO, L. G.; CANDEIA, R. A. Desenvolvimento de um sistema de filtração para tratamento de soluções de corantes têxteis a base de quitosana. In: PACHECO, Clecia Simone Gonçalves Rosa (org.). **Ambiente & Sociedade: concepções, fundamentos, diálogos e práticas para conservação da natureza**. Guarujá, SP: Editora científica digital, 2021. p. 93-106. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.org/articles/210504685.pdf>. Acesso em: 27 maio 2022.

AZEVEDO, F. G. et al. Utilização das cascas da canela e punica granatum como Bioadsorventes na remoção de azul de metileno. In: **XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Química**. São Paulo: Blucher, 2018. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/utilizacao-das-cascas-da-canela-e-punica-granatum-como-bioadsorventes-na-remoo-de-azul-de-metileno-28483>. Acesso em: 22 jun. 2022.

DOTTO, G. L. **Biossorção de corantes alimentícios utilizando nanopartículas de spirulina platensis**. 2012. 126 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimento), Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande-RS, 2012. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/1/6076?show=full>. Acesso em: 27 maio 2022.

FONSECA, P. V. **Estudo da remoção de corantes de efluentes através do processo de bioadsorção em resíduos de soja de banana**. TCC (Graduação em Engenharia Ambiental Sanitária), Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: [www.dcta.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/21/2017/06/TCC\\_Patricia-Vieira-Fonseca-final.pdf](http://www.dcta.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/21/2017/06/TCC_Patricia-Vieira-Fonseca-final.pdf). Acesso em: 20 maio 2022.

GURGEL, L. V. A. **Marcerização e modificação química de celulose e bagaço de cana-de-açúcar com anidro succínico e trietilenotetramina**: Preparação de novo materiais quelantes para a adsorção de Pb (II), Cd (II), Cr (VI), e Cu (II). Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos – PROÁGUA, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007. Disponível em: [https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2231/1/DISSERTA%20C3%87%20C3%83O\\_Merceriza%20A7%20C3%A3oModifica%20A7%20C3%A3oQu%20C3%ADmica.pdf](https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2231/1/DISSERTA%20C3%87%20C3%83O_Merceriza%20A7%20C3%A3oModifica%20A7%20C3%A3oQu%20C3%ADmica.pdf). Acesso em: 2 jun. 2022.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. Corantes têxteis. **Química Nova**. Sociedade Brasileira de Química, v. 23, n. 1, p. 71-78, 2000. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/25901>. Acesso em: 15 jun. 2022.

KIMURA, I. Y. **Remoção de corantes reativos contendo grupos vinilsulfona e triazina por adsorção e coagulação/ floculação com quitosana**. Tese (Doutorado em Química), Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2001. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30363196.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2022.

MORGADO, D. L. **Biocompósitos a partir de celulose de linter: filmes de acetatos de celulose e quitosana celulose**. 2009. 290 f. Tese (Doutorado em Ciências Físico-Química), Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75131/tde-25022010-152850/publico/DaniellaLuryMorgado.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2022.

MOREIRA, A. F.; SANTOS, S. R. B.; JUNIOR, A. G. Construção e caracterização de um fotômetro destinado ao uso de aulas experimentais de química sobre a lei de Beer-Lambert. **Revista Holos digital**, v. 2, p. 142-151, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/301572580\\_Construcao\\_e\\_Caracterizacao\\_de\\_um\\_Fotometro\\_Destinado\\_ao\\_Uso\\_de\\_Aulas\\_Experimentais\\_de\\_Quimica\\_sobre\\_a\\_Lei\\_de\\_Beer-Lambert/fulltext/5739733108ae9f741b2bf4f4/Construcao-e-Caracterizacao-de-um-Fotometro-Destinado-ao-Uso-de-Aulas-Experimentais-de-Quimica-sobre-a-Lei-de-Beer-Lambert.pdf](https://www.researchgate.net/publication/301572580_Construcao_e_Caracterizacao_de_um_Fotometro_Destinado_ao_Uso_de_Aulas_Experimentais_de_Quimica_sobre_a_Lei_de_Beer-Lambert/fulltext/5739733108ae9f741b2bf4f4/Construcao-e-Caracterizacao-de-um-Fotometro-Destinado-ao-Uso-de-Aulas-Experimentais-de-Quimica-sobre-a-Lei-de-Beer-Lambert.pdf). Acesso em: 4 ago. 2022.

KAMMRADT, P. B. **Remoção de cor de efluentes de tinturarias industriais através de processo de oxidação avançada**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental), Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004. Disponível em: [https://docs.ufpr.br/~bleninger/dissertacoes/086-Patricia\\_Bastos\\_Kammradt.pdf](https://docs.ufpr.br/~bleninger/dissertacoes/086-Patricia_Bastos_Kammradt.pdf). Acesso em: 1 ago. 2022.

SILVA, L. F. et al. **Utilização do pó de serragem como adsorvente alternativo na remoção de verde de malaquita**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/1021-21545-145682.pdf>. Acesso em: 22 maio 2022.

TOMASSINI, F. et al. Aplicação do método estatístico DCCR na remoção de corantes em efluentes têxtil por processo de eletrocoagulação. Portal Tratamento de Água, São Paulo, p 1-11, 25 novembro 2019. In: **XXX Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente**. São Paulo, 2019. Disponível em: [www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2019/11/dccr-remocao-efluente-textil-eletrocoagulacao.pdf](http://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2019/11/dccr-remocao-efluente-textil-eletrocoagulacao.pdf). Acesso em: 22 maio 2022.

VIEIRA, J. G. **Produção de metilcelulose a partir de celulose do bagaço de cana de açúcar usando dois agentes metilantes**: Sulfato de dimetila e idometano, para aplicação como aditivo na formulação de argamassa. Tese (Doutorado em Química), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/17513/1/ProducaoMetilcelulosePartir.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2022.

VAGHETTI, J. C. P. **Utilização de biossorventes para Remediação de Efluentes Aquosos contaminados com Íons Metálicos**. Tese (Doutorado em Química), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17482/000709030.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 1 ago. 2022.



## Panorama dos processos minerários de cromo no Brasil

Amanda Cristina Sousa Silva<sup>1</sup>

Vinícius Santos Alves<sup>2</sup>

Flávia Cristina Silveira Braga<sup>3</sup>

Pedro Valle Salles<sup>4</sup>

### RESUMO

O cromo (Cr) é um metal empregado na indústria química, refratária e metalúrgica. Tendo em vista a importância do cromo, o presente trabalho teve como objetivo analisar a situação dos processos minerários para cromo no Brasil, bem como dados referentes a reservas e produção. No Brasil, tais processos minerários totalizam 142 ativos, datados entre os anos 1935 e 2021, sendo o estado da Bahia com maior número (54,92%), seguidos por Amapá e Pará. A média de participação percentual do cromo no valor total da Compensação Financeira arrecadada entre 2000 e 2019 foi de 0,25%, sendo que o ano de 2017 apresentou o maior valor arrecadado. Em relação ao comércio exterior, o Brasil exporta uma maior quantidade de bens primários em relação aos manufaturados. Entre 2000 a 2019, o ano que apresentou maior valor de exportação foi 2017, e o ano que apresentou maior valor de importação foi 2018. Os dados referentes à pesquisa realizada evidenciaram a importância desse metal na indústria e economia do país. Nota-se que quando ocorre baixa na produção do minério de ferro o setor da produção de cromo é afetado, pois a liga ferro-cromo é um dos principais componentes na produção do aço inoxidável.

**Palavras-chave:** Cromo. Processos Minerários. Produção.

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia de Minas pela Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: amanda-cristinass@outlook.com.

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia de Minas pela Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: viniussantosalves27@gmail.com.

<sup>3</sup>Graduada, Mestra e Doutora em Geologia pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Foi professora e pesquisadora da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade. Atualmente é professora e pesquisadora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil. E-mail: flaviacsbraga@gmail.com.

<sup>4</sup>Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Mestre e Doutorando em Engenharia Civil pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET. Atua na Construção Civil e também é professor e pesquisador da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: pedrovallesalles025@gmail.com.



## *Overview of chromium mining rights in Brazil*

### **ABSTRACT**

*Chromium (Cr) is a metal used in the chemical, refractory and metallurgical industries. Considering the importance of chromium in the industry, this study aimed to analyze the chromium mining rights status in Brazil, as well as data regarding reserves and production. In Brazil, there are 142 active processes, dating from 1935 to 2021, in the state of Bahia is located the highest number (54.92%), followed by Amapá and Pará. The average percentage of chromium in the total amount of Financial Compensation collected between 2000 and 2019 was 0.25%, with the year 2017 showing the highest value. Regarding foreign trade, Brazil exports a greater amount of primary goods in relation to manufactured goods. Between 2000 to 2019 the year with the highest exportation value was 2017, and the year with the highest import value was 2018. The data showed the importance of this metal in the industry and economy of the country. It is noted that when there is a decrease in iron ore production, the chromium production sector is affected, as the iron-chromium alloy is one of the main components in the production of stainless steel.*

**Keywords:** *Chromium. Mining Rights. Production.*

Artigo recebido em: 25/07/2022

Aceito em: 31/08/2022

## 1. INTRODUÇÃO

A primeira empresa siderúrgica do Brasil, a Companhia Siderúrgica Nacional – CSN, foi criada em 1941. Com a chegada do setor da siderurgia e a abertura ao comércio internacional, a atividade minerária recebeu impulso e hoje é considerada um dos segmentos mais importantes para a economia brasileira. Segundo dados do Ministério de Minas e Energia, em 2020, a participação da mineração no Produto Interno Bruto (PIB) foi de 5% e em relação ao comércio exterior, o aumento foi de 31%, passando de quase US\$ 25 bilhões, em 2019, para mais de US\$ 32 bilhões em 2020. Outro ponto que afeta positivamente a economia é a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), em que o dinheiro arrecadado é utilizado para custear obras de infraestrutura. A CFEM obteve crescimento significativo, passando de R\$ 4,5 bilhões em 2019 para R\$ 6,1 bilhões em 2020 (METSO, 2020; MME, 2021).

Segundo a Agência Nacional de Mineração (ANM, 2019), o Brasil é reconhecido como um dos principais produtores de minérios do mundo, produzindo aproximadamente 70 substâncias minerais diferentes. Dentre essas substâncias minerais, temos o elemento químico Cromo, que foi descoberto pelo francês Louis Valquelin em 1797, quando estudava o mineral crocoíta ( $PbCrO_4$ ). O metal foi isolado em 1854 por Busen e, somente a partir do século XX, foi utilizado nas indústrias metalúrgicas e de refratários (SAMPAIO et al., 2008).

O cromo é um metal com baixa maleabilidade e ductibilidade, apresenta massa atômica relativa 51 e seu número atômico é 24. Está localizado no grupo VI-B da tabela periódica e seu nome deriva da palavra “Chroma”, que significa cor (RUSSEL, 2004). É encontrado na natureza principalmente na forma de cromita ( $FeCr_2O_4$ ), mineral que ocorre principalmente em rochas ultrabásicas, como peridotito, e rochas metamórficas, como o serpentinito.

De acordo com Dias e Caxito (2018), as principais reservas de cromita do mundo estão localizadas na África do Sul, país com maior produção de cromita comercializável, Cazaquistão e Índia. O Brasil destaca-se como único produtor de cromo no continente americano e detém 0,11% das reservas mundiais. As maiores reservas do país distribuem-se entre os estados da Bahia (33,53%), Amapá (32%) e Minas Gerais (20%), segundo Lima e Neves (2016).

O cromo é muito utilizado como matéria-prima na fabricação de pigmentos, mas um dos seus usos mais expressivos é na produção de refratários e como componente de ligas

metálicas (PAPP, 2000). O cromo é usado também na indústria dos aços inoxidáveis. A adição de cromo, em quantidades acima de 11%, aumenta a resistência dos aços à corrosão (LAI, LO E SHEK, 2009).

Neste artigo são apresentados dados dos processos minerários e da produção de cromo do Brasil nos últimos 20 anos, a fim de estabelecer uma relação entre número de processos, projetos viabilizados, quantidade de material explorado e demanda do mercado nacional desse importante metal.

## **2. METODOLOGIA**

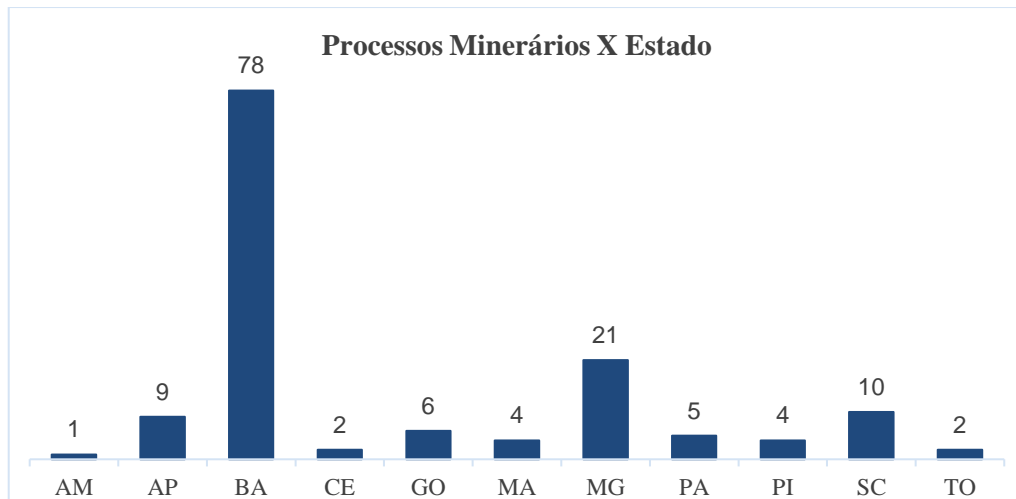
Para a realização da análise de evolução dos processos minerários de cromo no Brasil, foi utilizado como referência o banco de dados da Agência Nacional de Mineração (ANM) dos anos 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2017, 2018, 2019 e 2020, do Departamento Nacional de Mineração, relatórios técnicos de mineração que informam dados de requerimentos de pesquisa e projetos em desenvolvimento.

A coleta de dados a respeito dos processos minerários foi feita na base de dados do Sistema de Informação Geográfica da Mineração (SIGMINE) da ANM. Foi realizada uma leitura exploratória de todo o material encontrado e selecionadas as informações mais relevantes para o desenvolvimento desta investigação. Foram analisados processos para cromo ativo registrados pela ANM, em um total de 142 processos. Os dados referentes à produção mineral brasileira foram extraídos do Anuário Mineral da ANM dos anos 2000 a 2021.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1 Processos minerários**

De acordo com dados extraídos do SIGMINE (2022), os processos minerários para cromo registrados pela ANM, desde o ano de 1935 até o ano de 2021, totalizaram em 142 processos, evidenciando que o estado da Bahia é o que apresenta maior número de processos ativos, representando 54,92%. Na sequência, Minas Gerais é o segundo estado com maior número de processos, representando 14,78% (Gráfico 1).

**Gráfico 1:** Quantidade de processos minerários por estado, a partir de dados da ANM

Fonte: Autoria própria, 2022.

Segundo Noronha (2020), cada processo minerário passa por uma sequência obrigatória de procedimentos administrativos, regulamentados por leis, que são necessários para a fiscalização e o controle do aproveitamento dos recursos minerais. Antes de iniciar a exploração mineral, é importante verificar a disponibilidade da área para solicitar o Requerimento de Pesquisa, que garante a prioridade do título minerário (alvará de pesquisa).

Em seguida, após aprovação do requerimento, é concedida a Autorização de Pesquisa. Nessa fase, é importante estar atento às obrigações junto à ANM e, ao final do prazo, deve-se apresentar o Relatório Final de Pesquisa (RFP). No caso de se encontrar o minério a ser lavrado, o processo segue para as fases de Requerimento de Lavra e, posteriormente, Concessão de Lavra. Após aprovação, o empreendedor deve obter as licenças para instalar o empreendimento, lembrando que os interessados em substâncias minerais têm a obrigatoriedade de utilizar o Regime de Autorização e Concessão, que é chamado de Regimes de Aproveitamento dos recursos (NORONHA, 2020).

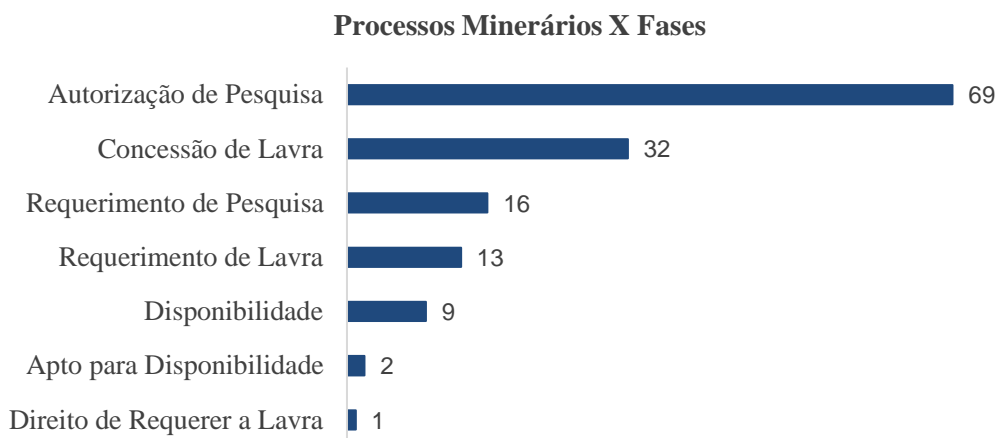
No Gráfico 2, é possível observar a fase atual na qual se encontram os processos minerários. Nota-se que, na fase de Requerimento de Pesquisa, há 16 processos minerários, dentre eles, 6 processos do estado do Amapá foram indeferidos por área bloqueada (publicação feita em 2017); 4 processos do estado da Bahia e Santa Catarina que foram protocolados em 2021; 3 processos do estado de Minas Gerais que tiveram exigência publicada em 2021; 2 processos dos estados do Ceará e da Bahia em que houve desistência do requerimento de pesquisa em 2018 e 1975, respectivamente; e 1 processo do estado do Amazonas que cumpriu a exigência e foi protocolado em 2019.

Na fase de Autorização de Pesquisa, há 69 processos minerários, dentre eles, 1 processo do estado do Amapá que quitou o parcelamento da Taxa Anual por Hectare em 2018. Há 43 processos do estado da Bahia que têm como último evento do processo o anúncio do início das pesquisas, efetuação do pagamento das taxas anuais por hectare e pagamento de multas, realização de transferência de direitos ou que tiveram relatórios de pesquisas aprovados. Um processo do estado do Ceará renunciou à autorização de pesquisa em 2020; 4 processos do estado do Maranhão tiveram o relatório aprovado em 2014; 8 processos do estado de Minas Gerais efetuaram o pagamento das taxas anuais por hectare e tiveram relatório aprovado.

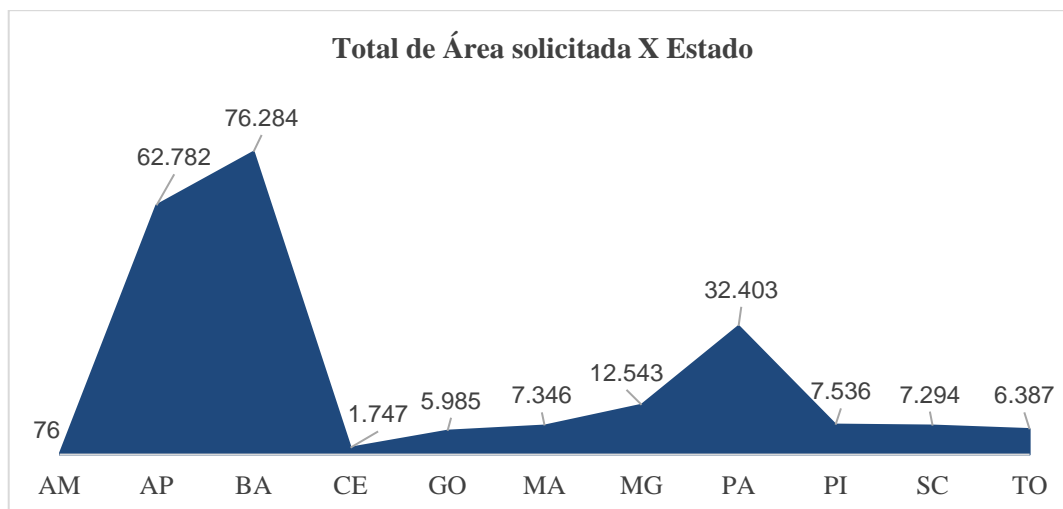
Na fase de Requerimento de Lavra há 13 processos, dentre eles: 1 processo do estado do Amapá que foi protocolado em 2021; 2 processos do estado de Minas Gerais, um dos quais teve prazo de exigência negado em 2020 e um requerimento protocolado em 2020; 2 processos da Bahia que foram protocolados em 2019; 4 processos de Santa Catarina que tiveram o cumprimento das exigências protocolados em 2009 e um requerimento protocolado em 2006; e 4 processos do estado de Goiás que têm documentos de requerimento em sigilo de informações protocolado em 2019.

Na fase de Concessão de Lavra, há 32 processos, dentre eles, 1 processo do estado do Amapá que protocolou o documento em 2019; 24 processos do estado da Bahia, onde alguns apresentaram relatório em 2019, outros estão em sigilo; seis processos de Minas Gerais protocolaram a transferência de direitos em 2018, e foram cumpridas exigências de um processo em 2021; 1 processo do estado de Tocantins teve penhor averbado dos direitos em 2021.

Uma observação importante é que há um maior número de processos em fase de pesquisa, o que corresponde a 48,59% do total, do que em fase de concessão de lavra, correspondendo a 22,53% (Gráfico 2). O Gráfico 3 mostra que os estados da Bahia, Amapá e Pará apresentam, em termos de soma das áreas de seus processos, as maiores áreas pertencentes a processos minerários para cromo. Dentro desse valor total de área, existem áreas que se encontram em fases de Requerimento de Pesquisa, Autorização de Pesquisa, Requerimento de Lavra e Concessão de Lavra.

**Gráfico 2:** Análise da quantidade de processos por fases, a partir de dados da ANM

Fonte: Elaboração própria, 2022.

**Gráfico 3:** Análise do total de área em hectares requeridos por estado, a partir de dados da ANM

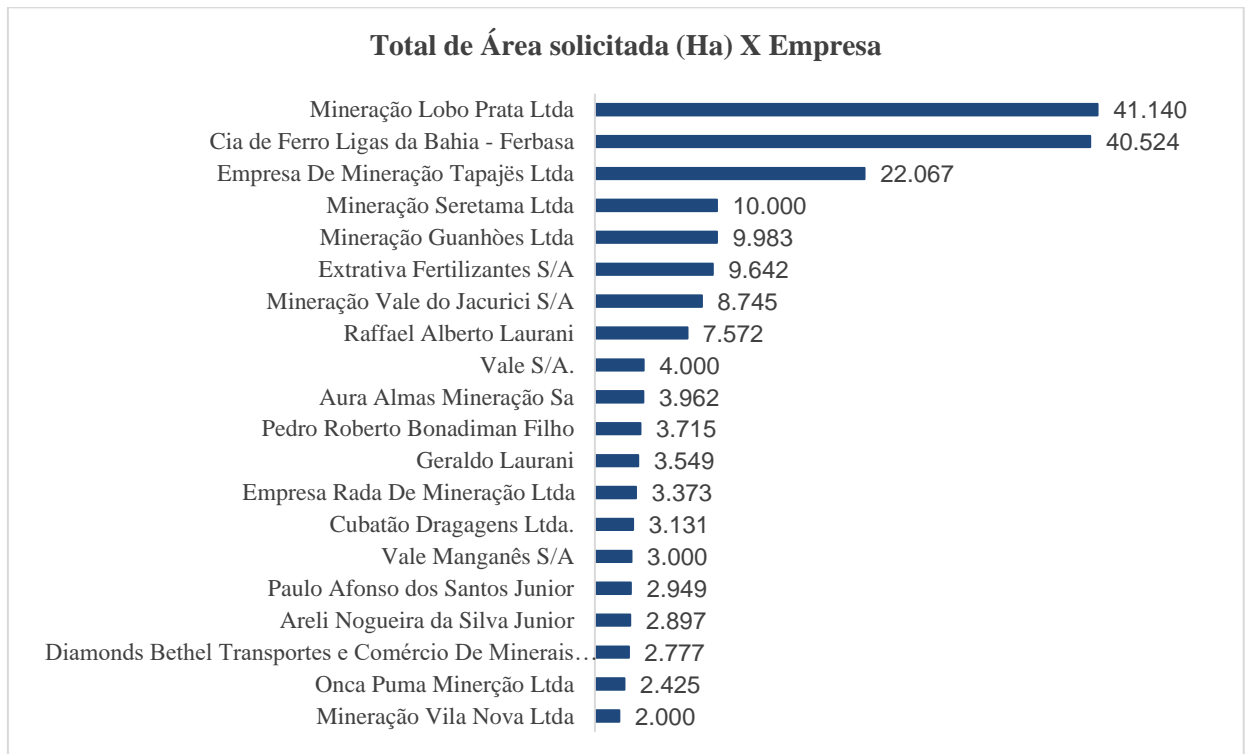
Fonte: Elaboração própria, 2022.

O Gráfico 4 mostra que as empresas Mineração Lobo Prata e Ferbasa possuem o maior número de áreas solicitadas, sendo que a sede da Ferbasa está localizada no estado da Bahia e a da Lobo Prata, no Amapá. A empresa Mineração Lobo Prata possui processos em fase de requerimento de pesquisa indeferidos por área bloqueada protocolados em 2017 pela ANM.

A Ferbasa, Companhia de Ferro Ligas da Bahia, é uma empresa fundada em 1961 e atua nas áreas florestal, mineração, metalurgia e energia renovável. No setor de mineração, a empresa atua na extração de cromita, sendo as duas principais minas: a Coitezeiro, em Campo Formoso, e a Ipueira, em Andorinha (BA). Segundo dados da Ferbasa (2021), a maior parte da produção de minério supre a demanda da metalurgia, sendo que a produção

de ferroligas entre setembro de 2020 e setembro de 2021 apresentou crescimento de 2,6%, correspondendo a 226.132 toneladas em 2020 e 232.110 toneladas em 2021. Os processos minerários da Ferbasa do ano de 2021 se encontravam na fase de requerimento de pesquisa e autorização de pesquisa. Os processos em fase de concessão de lavra já foram apresentados no relatório anual em 2019.

**Gráfico 4:** Análise do total de área solicitada em hectares por empresa, a partir de dados da ANM



**Fonte:** Elaboração própria, 2022.

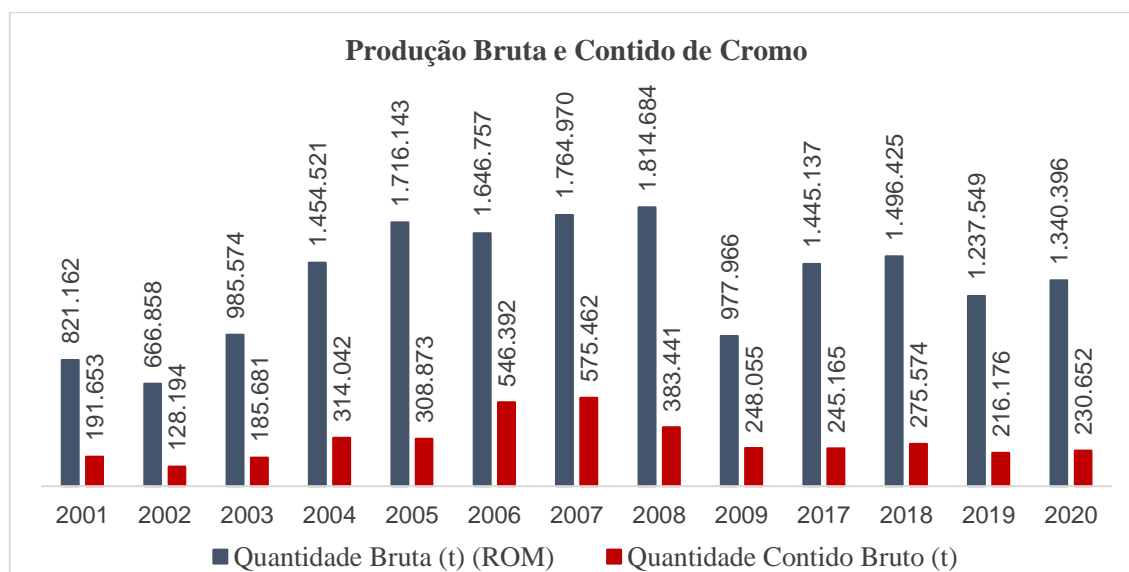
A empresa Vale possui um total de 7 processos minerários para cromo, que se distribuem entre os estados da Bahia e Goiás. Os processos da Vale na Bahia se encontram em fase de autorização de pesquisa e, em Goiás, na fase de requerimento de lavra; sendo que 2 processos de requerimento de lavra estão em situação de sigilo de informações minerárias requeridas (Evento de código 2350, protocolado no sistema da ANM em 2019). O ano dos processos da Vale no estado da Bahia é 1989 e do estado de Goiás é 1970.

### 3.2 Produção bruta, beneficiada e comercializada do cromo

Os dados referentes à produção bruta, beneficiada e comercializada foram extraídos do Anuário Mineral Brasileiro, do ano de 2001 até 2020; entretanto os dados referentes ao cromo dos anos de 2010 a 2016 não foram disponibilizados nos anuários.

No Gráfico 5, observa-se que, no ano de 2009, houve uma queda brusca no valor da produção bruta (ROM) em relação ao ano de 2008, correspondendo a uma redução de 46,1%, possivelmente ocasionada pela crise financeira internacional no último trimestre de 2008. Segundo o site O Globo Economia (2009) essa crise impactou a produção de aço mundial, reduzindo a demanda pelo insumo, conseqüentemente, a demanda por cromo foi reduzida, visto que esse mineral é utilizado na fabricação do aço inoxidável.

**Gráfico 5:** Produção bruta e produção contida de minério de cromo em toneladas, a partir de dados da ANM

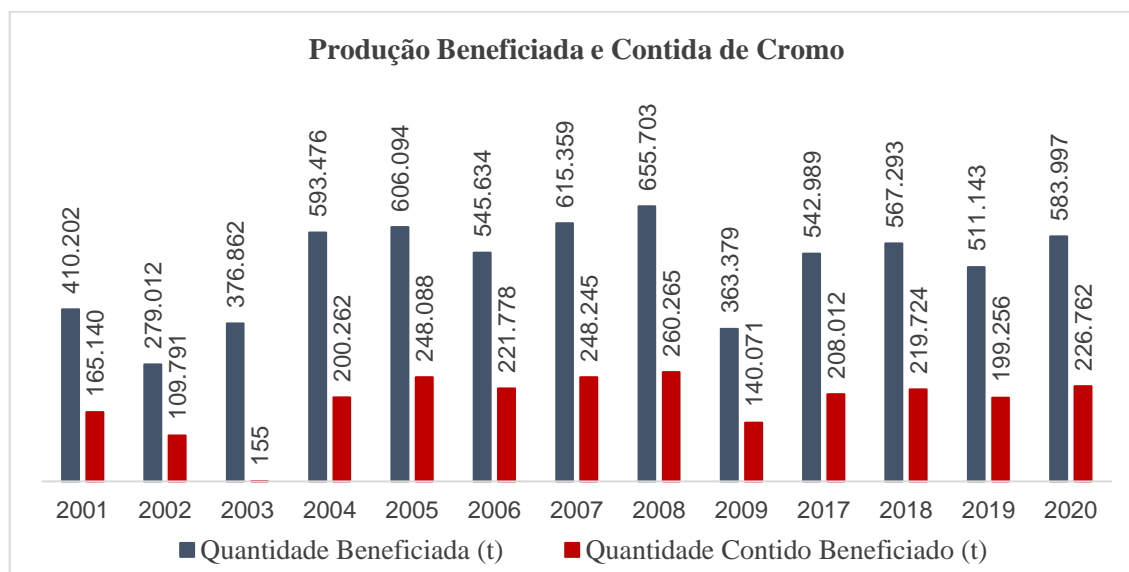


**Fonte:** Autoria própria, 2022.

Com relação à produção contida relativa à quantidade de metal existente na produção bruta, os anos 2006 e 2007 foram os que apresentaram maior valor em toneladas (Gráfico 6). Os teores médios do minério lavrado nesses anos foram de 33,18% e 32,60%, respectivamente. No ano de 2020, a produção em toneladas (ROM) foi de 1.340.396 e a produção contida foi de 230.652 toneladas, sendo que o teor médio de minério lavrado nesse ano foi de 17,21%.

Analisando a produção beneficiada, em 2009 seu valor correspondeu a 5,46% do total produzido entre os anos 2001 e 2020. Neste mesmo ano, a produção contida (quantidade de metal presente na produção beneficiada) foi de 140.071 toneladas, o que corresponde a 5,72% do total produzido entre os anos 2001 e 2020. O teor médio no ano 2009, após o enriquecimento do teor na produção beneficiada, foi de 38,55%.



**Gráfico 6:** Produção beneficiada e produção contida de minério de cromo, a partir de dados da ANM

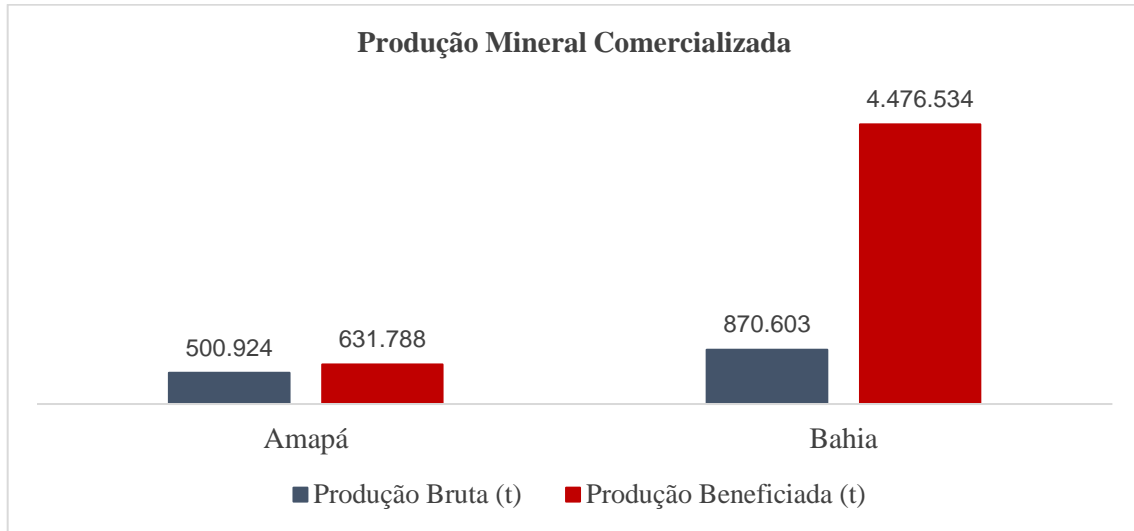
**Fonte:** Elaboração própria, 2022.

Com relação à produção contida relativa à quantidade de metal presente na produção beneficiada, os anos 2007 e 2008 foram os que apresentaram maior valor em toneladas (Gráfico 6). Após o processo de enriquecimento do teor na produção beneficiada, os teores médios nesses anos foram de 40,34% e 39,69%, respectivamente. No ano de 2020, a produção beneficiada em toneladas foi de 583.997 e a produção contida foi de 226.762 toneladas, sendo que o teor médio nesse ano foi de 38,83%.

Nota-se também que, em 2003, a quantidade contida em toneladas na produção beneficiada foi a que apresentou menor valor, porém o teor médio da produção beneficiada nesse ano foi de 41,15%, sendo que este foi o maior valor de teor médio entre os anos 2001 e 2020.

Em termos de produção comercializada, considera-se a quantidade e o valor da produção vendida, consumida ou transferida para industrialização. Os estados que apresentam maior quantidade comercializada de cromo entre os anos 2000 e 2020 são a Bahia e o Amapá (Gráfico 7). Uma observação importante é que, para o estado do Amapá, apenas no ano 2000 foi informada a quantidade bruta produzida em toneladas pelo Anuário Mineral Brasileiro da ANM. Já para a Bahia, a quantidade produzida foi informada nos anos 2000, 2001, 2002, 2003 e 2004. Para a produção beneficiada comercializada, apenas nos anos 2017, 2018, 2019 e 2020 não foi informada a quantidade em toneladas para o estado do Amapá.

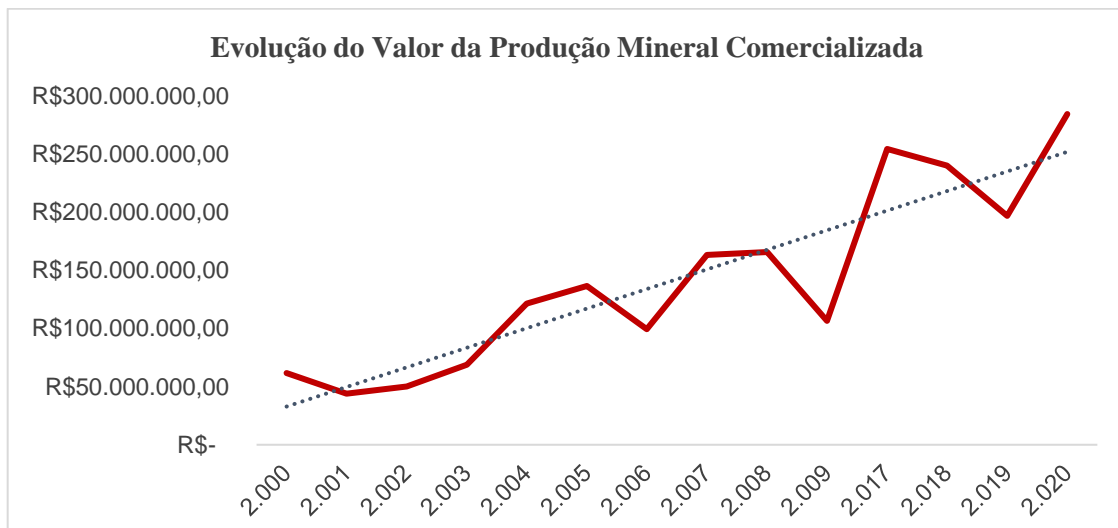
**Gráfico 7:** Produção de minério de cromo comercializada entre os anos 2000 e 2020, a partir de dados da ANM



Fonte: Elaboração própria, 2022.

O Gráfico 8 retrata a evolução da produção mineral comercializada de cromo (valor bruto mais valor beneficiado) ao longo do período de 2000 a 2020. Nesse período, observam-se alguns picos e baixas significativos. No ano de 2009, houve uma queda de 35,7% em relação ao ano de 2008. Vale lembrar que nesse ano ocorreu a crise financeira internacional que afetou a produção do aço e com isso o valor da produção ficou menor. Em 2017, o valor da produção comercializada voltou a crescer, totalizando R\$ 254.441.782. Em 2020, o pico de crescimento foi o maior comparado com os anos anteriores, representando 44,4% de aumento em relação a 2019.

**Gráfico 8:** Evolução da produção mineral comercializada de 2000 a 2020, a partir de dados da ANM



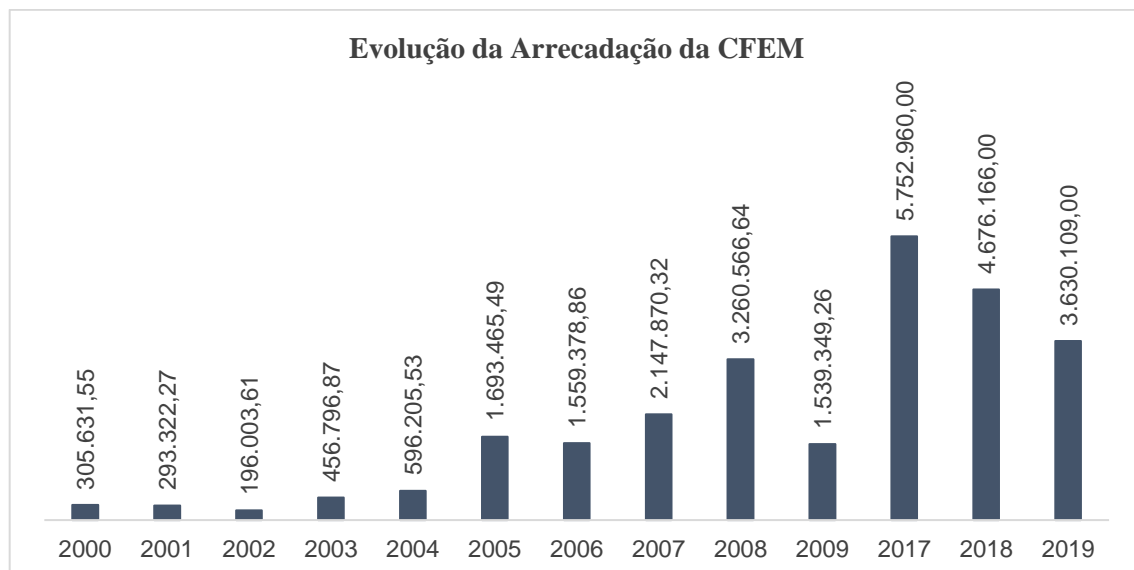
Fonte: Elaboração própria, 2022.

### 3.3 Compensação Financeira pela exploração de recursos minerais

A compensação financeira pela exploração de recursos minerais é uma contraprestação paga pelas empresas de mineração para o Estado devido ao aproveitamento econômico dos recursos, vistos que estes pertencem à União. Segundo a Geoscan (2021), a arrecadação da CFEM deve ser realizada mensalmente e é calculada a partir do faturamento líquido, levando em consideração as deduções de impostos, despesas com transporte e seguro. “Quando não ocorre venda, mas o minério é consumido, transformado ou utilizado pelo minerador, o valor é baseado na soma das despesas diretas e indiretas até o momento de uso do mineral” (GEOSCAN, 2021).

No Gráfico 9, temos o valor arrecadado anualmente, desde o ano 2000 até 2019 (entre 2010 e 2016 não foram informados dados referentes ao cromo no anuário mineral brasileiro e o ano de 2020 possui apenas dados preliminares). Entre os anos 2000 e 2008, percebe-se que houve crescimento geral no valor da arrecadação, com algumas quedas pontuais e consideradas pequenas nos anos 2001, 2002 e 2006. Do ano 2008 a 2009, a redução é significativa, correspondendo a 52,8%. Essa redução está possivelmente relacionada com a crise financeira internacional no último trimestre de 2008.

**Gráfico 9:** Evolução da compensação financeira vinculada à exploração de cromo (em reais), a partir de dados da ANM



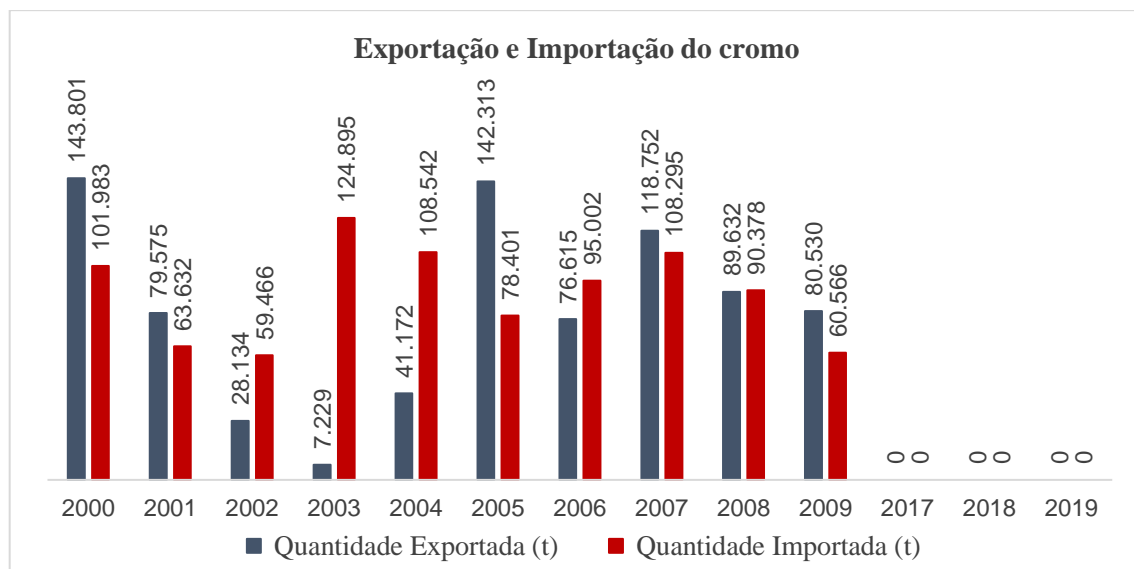
Fonte: Autoria própria, 2022.

Em 2017, obteve-se o maior valor arrecadado entre os anos analisados, correspondendo a 22,03% do total arrecadado entre os anos 2000 e 2019. A média de participação percentual da substância no valor total da CFEM arrecadada para as principais substâncias metálicas nos anos 2000 a 2019 foi de 0,25%. Nota-se redução do valor arrecadado da CFEM do ano de 2019 em comparação com o ano de 2017, fato correlacionado à mudança de regras na legislação, conforme a Lei nº 13.540/2017, que prevê alterações em alíquotas, incidência e base de cálculo, sanção e distribuição da CFEM entre os estados (Brasil, 2017).

### 3.4 Comércio exterior: Exportação e Importação do cromo

De acordo com dados extraídos da ANM, do ano 2000 a 2020, no ano de 2009, o Brasil exportou 80.530 toneladas e importou 60.566 toneladas, representando uma redução de 10,1% e 32,9% respectivamente, em relação a 2008 (Gráfico 10). Em 2000, ano em que houve maior quantidade de exportação e importação, 91% das exportações foram destinadas à Suécia e 62% das importações vieram do Japão.

**Gráfico 80:** Quantidade de minério de cromo exportado e importado em toneladas, a partir de dados da ANM



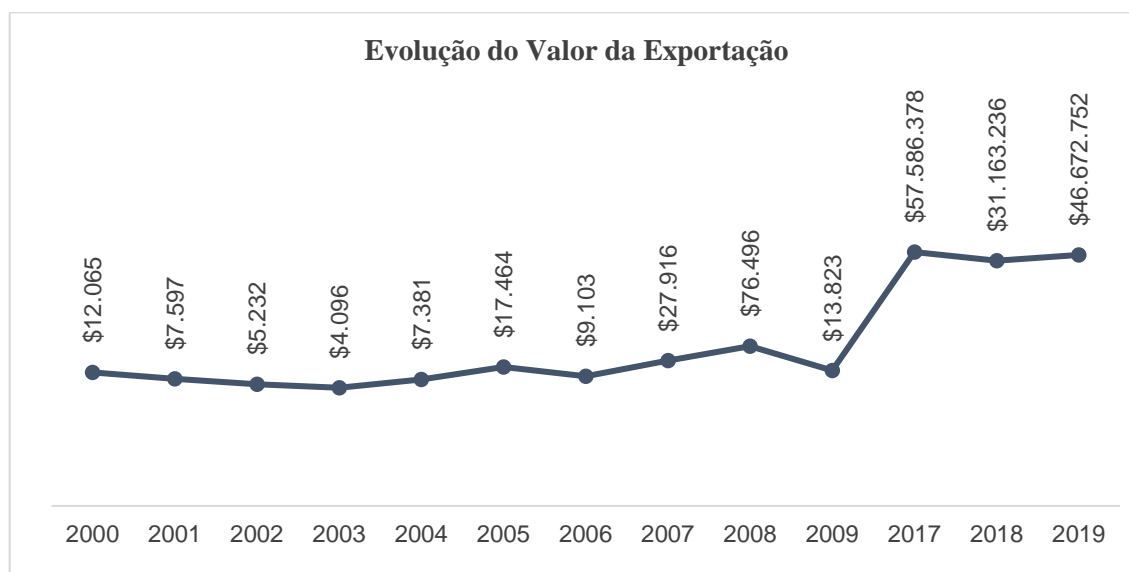
Fonte: Elaboração própria, 2022.

Avalia-se pelo Gráfico 10 que nos anos 2002, 2003, 2004, 2006 e 2008 os valores de importação superaram as exportações. As exportações de minério de cromo tiveram uma redução de aproximadamente 93,7% nos períodos de 2001 a 2003, devido ao encerramento das atividades da empresa norueguesa Elken Asa no Brasil, da qual a Mineração Vila Nova

(AP) era subsidiária. A Vale adquiriu a empresa norueguesa de ferro-ligas Elken em 2003, e é atualmente uma das maiores no mercado de ferro-ligas (GONÇALVES, 2004; VALE, 2003). Em 2003, a Ferbasa foi responsável pela maior parte das importações, cerca de 84,5%, devido ao preço acessível do concentrado juntamente com a necessidade de manutenção dos estoques reguladores (GONÇALVES, 2004).

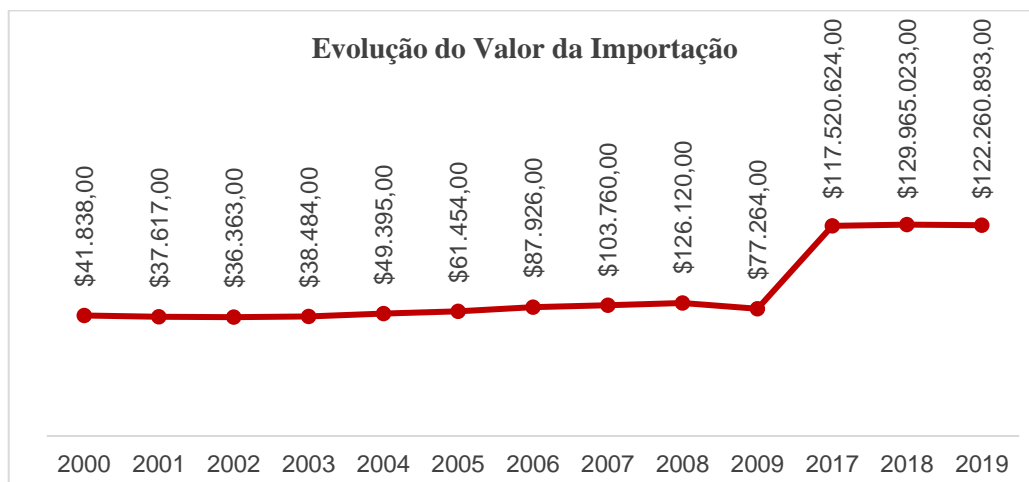
Os valores de exportação e importação são apresentados nos Gráficos 11 e 12. Em 2019, o valor das exportações de minério de cromo foi de US\$46.672.752, incluindo bens primários, semimanufaturados, compostos químicos e manufaturados. Comparando-se os valores dos anos 2018 e 2019, observa-se um aumento de 33,2% no valor da exportação de cromo. O ano de 2017 apresentou o maior valor de exportação até o momento, representando 42,4% do valor total das exportações entre os anos 2000 e 2019.

**Gráfico 91:** Evolução do valor da exportação de minério de cromo (US\$), a partir de dados da ANM



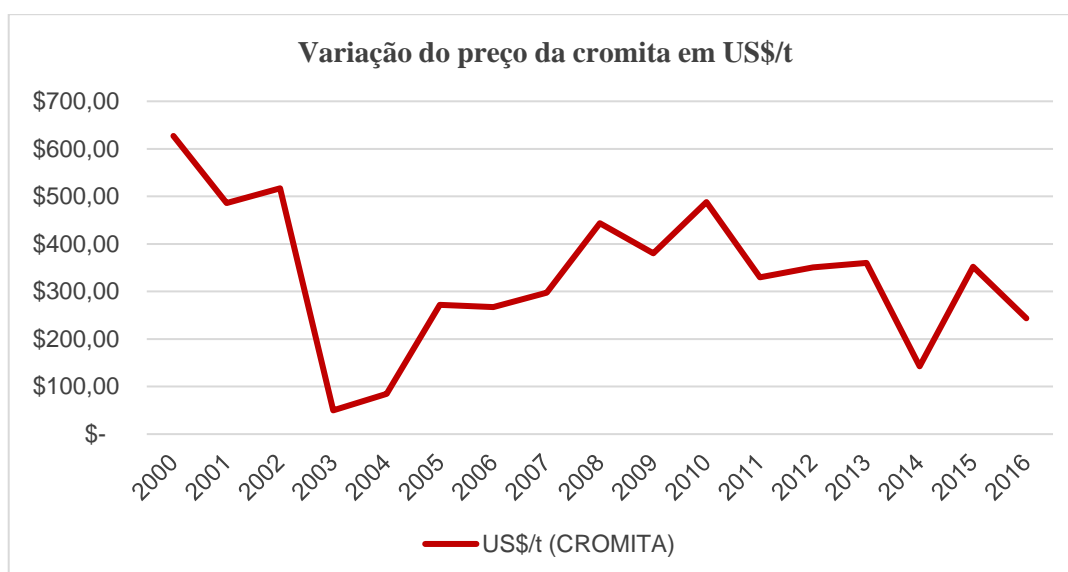
Fonte: Elaboração própria, 2022.

Em 2019, o valor das importações de minério de cromo foi de US\$122.260.893, incluindo bens primários, semimanufaturados, compostos químicos e manufaturados. Comparando-se os valores dos anos 2018 e 2019, observa-se uma redução de 5,9% no valor da importação de cromo. O ano de 2018 apresentou o maior valor de importação até o momento, representando 35,08% do valor total das importações entre os anos 2000 e 2019.

**Gráfico 12:** Evolução do valor da importação de cromo (US\$), a partir de dados da ANM

Fonte: Elaboração própria, 2022.

O Gráfico 13 apresenta a variação do preço da cromita em relação aos anos 2000 a 2016 no mercado internacional. Fazendo uma analogia com as quantidades e valores das exportações, foi possível observar que no ano de 2003 o valor da exportação e a quantidade exportada apresentou o valor mais baixo em relação aos outros anos, correspondendo a US\$4.096 (Gráfico 11) e 7.229 toneladas (Gráfico 10), respectivamente. Nesse mesmo ano, o valor da cromita no mercado internacional atingiu seu valor mais baixo, e chegou a US\$50 por tonelada (Gráfico 13).

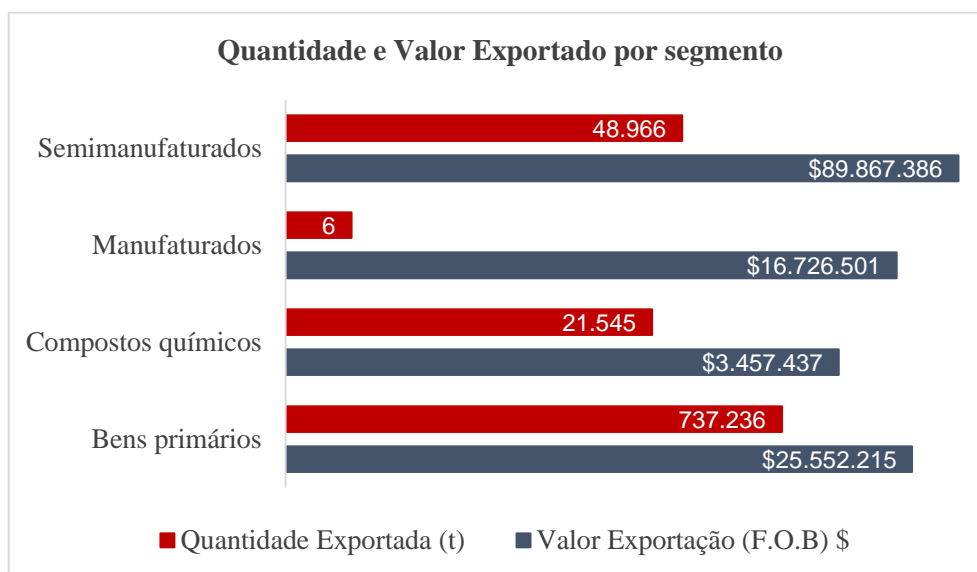
**Gráfico 103:** Variação do preço da cromita no mercado internacional (US\$), a partir de dados da ANM

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Os segmentos mostrados no Gráfico 14 são classificados em bens primários (cromita e outros, minérios de cromo e seus concentrados); manufaturados e semimanufaturados (Ferro-cromo, Ferro-silício-cromo, cromo bruto, obras de cromo, desperdícios e resíduos); e compostos químicos (trióxido, óxidos, hidróxidos, trifluoreto, cloreto e sulfato de cromo, produtos tanantes que são as bases de sais de cromo, pigmentos a base de compostos). Segundo dados da ANM referentes aos anos 2000 a 2020, o Brasil exportou US\$25.552.215 de bens primários e US\$89.867.386 de semimanufaturados e, apesar do valor dos semimanufaturados ser maior, a quantidade exportada neste segmento foi menor, totalizando 48.966 toneladas exportadas. Já para os bens primários, o total exportado foi de 737.236 toneladas.

A baixa nas exportações dos produtos semimanufaturados em toneladas está relacionada com o aquecimento do mercado interno no ano de 2003, que absorveu toda a produção de ligas de cromo produzidas pela Ferbasa e Acesita na produção de aço inoxidável (GONÇALVES, 2004).

**Gráfico 14:** Valores de exportação de cromo por segmento (US\$), a partir de dados da ANM



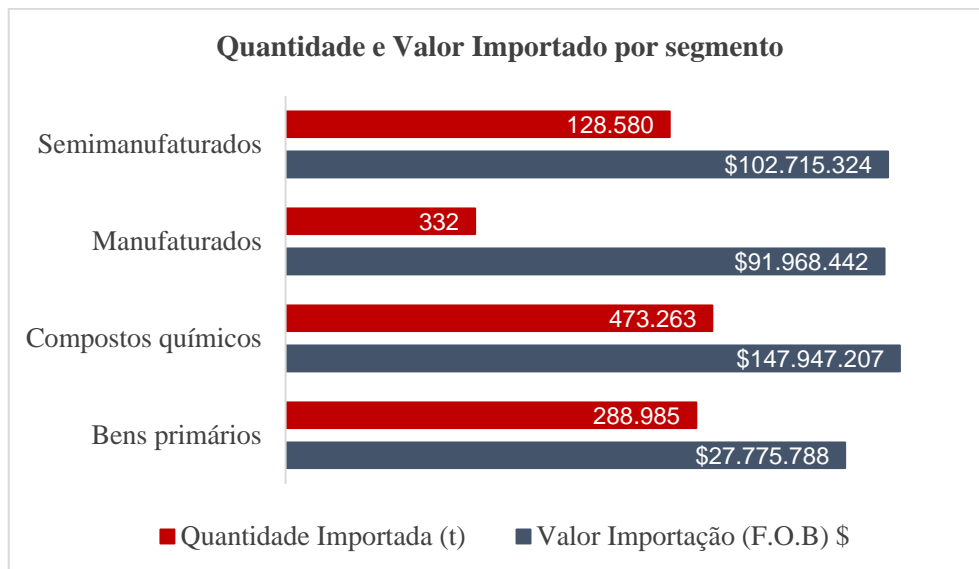
Fonte: Elaboração própria, 2022.

O Gráfico 15 mostra dados de importação referentes aos anos 2000 a 2020, em que se observa que o Brasil importou US\$147.947.207 de compostos químicos e US\$102.715.324 de semimanufaturados; e a quantidade importada dos compostos químicos foi de 473.263 toneladas e o total importado de semimanufaturados foi de 128.580 toneladas. Observa-se que o valor das importações de manufaturados foi bem maior do que a de bens primários.

De acordo com Gonçalves (2004), o consumo interno de compostos químicos entre os anos de 2002 e 2003 apresentou uma redução de 5,9%. Com o aumento na produção de aço inoxidável, notou-se um incremento no consumo de cromita e de ferrocromo, sendo que a demanda pelos produtos siderúrgicos, principalmente da China, favoreceu a valorização do ferrocromo no mercado interno brasileiro.

Em geral, analisando as exportações e importações, observa-se que o valor total de importações e a quantidade em toneladas importadas superam as exportações. Considerando todos os segmentos, no período de 2000 a 2019 temos um total de US\$135.603.539 de exportações e 807.753 toneladas exportadas. As importações representam US\$370.406.761 e 891.160 toneladas.

**Gráfico 11:** Importação de cromo por segmento (US\$), a partir de dados da ANM



Fonte: Elaboração própria, 2022.

#### 4. CONCLUSÃO

O cromo possui grande importância na indústria metalúrgica, química e refratária, sendo, portanto, um bem mineral estratégico para o país. A indústria metalúrgica corresponde à maior parte do consumo mundial de cromita, representando cerca de 80% de seu uso (MURTHY et al., 2011).

Em relação aos processos minerários, foram registrados, nos últimos anos, 142 processos ativos para cromo, sendo a Bahia o estado que apresenta o maior número, 54,92% do total, seguido por Minas Gerais, com 14,78%. Em uma análise geral entre os estados com



processo de cromo, a fase de autorização de pesquisa representa 48,59% e a concessão de lavra contempla apenas 22,53%. Verificou-se também que os estados da Bahia, Amapá e Pará apresentam as maiores áreas requeridas em processos minerários, apesar de Minas Gerais ser o segundo colocado em número de processos.

Identificou-se que a maior parte da produção ROM de 1.340.396 toneladas e produção beneficiada de 583.997 toneladas registradas em 2020 provém dos estados da Bahia e Amapá. A produção beneficiada do estado da Bahia é muito maior do que do estado do Amapá, correspondendo a 87,6% do total beneficiado nestes estados entre 2000 e 2020. No ano de 2020 a produção comercializada cresceu 44,4% em relação ao ano de 2019.

Apesar de Minas Gerais possuir depósitos de cromo descritos na literatura, localizados nos municípios de Serro, Alvorada de Minas e Piumhi (DARDENNE; SCHOBENHAUS, 2001), e ser o segundo em termos de número de processos de cromo no país, não tem produção significativa no cenário nacional. Segundo Dalla Costa et al. (2017), a produção anual de minério de cromo bruto no estado é proveniente apenas de lavras de micro porte, a céu aberto, com produção ROM abaixo de 10.000 t/ano.

No que concerne a arrecadação da CFEM, notou-se uma redução, no ano de 2019, devido às mudanças na legislação e à redução da produção comercializada, a qual está atrelada a uma queda na produção mundial de aço entre 2017 e 2019.

Outro período marcante de redução da produção foi o ano de 2009, quando, devido à crise financeira econômica internacional, houve uma redução na produção mundial de ferro e, portanto, toda a produção de cromo foi afetada. Houve queda na produção bruta, beneficiada e comercializada, assim como nos valores de importações e exportações. Quando ocorre baixa na produção do minério de ferro, o setor da produção de cromo é diretamente afetado, pois a liga ferro-cromo é um dos principais componentes na produção do aço inoxidável.

O ano de 2003 foi marcado por uma forte redução no valor exportado de cromo, correlacionado a uma aguda queda no valor da cromita no mercado internacional. Nesse ano, o valor da cromita atingiu o menor valor registrado entre 2000 e 2016, atingindo US\$50 por tonelada.

Como ocorre com outras *commodities*, o Brasil exporta uma maior quantidade de bens primários de cromo em relação aos manufaturados. Entre os anos 2000 e 2019, o país exportou 737.236 toneladas de bens primários e 48.966 toneladas de semimanufaturados. Apesar da menor tonelagem de bens semimanufaturados exportados, sua arrecadação

equivalente é maior que a de bens primários no período analisado, no qual a arrecadação da exportação de bens primários atingiu US\$25.552.215 e a de bens semimanufaturados foi de US\$89.867.386. Esses números demonstram a importância de investimentos em tecnologia e inovação para alavancar a arrecadação brasileira nas etapas de maior valor da cadeia produtiva.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Anuário Mineral Brasileiro, 2001.** Ano base 2000. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>. Acesso em: 12 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Anuário Mineral Brasileiro, 2002.** Ano base 2001. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>. Acesso em: 12 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Anuário Mineral Brasileiro, 2003.** Ano base 2002. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>. Acesso em: 12 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Anuário Mineral Brasileiro, 2004.** Ano base 2003. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>. Acesso em: 12 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Anuário Mineral Brasileiro, 2005.** Ano base 2004. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>. Acesso em: 12 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Anuário Mineral Brasileiro, 2006.** Ano base 2005. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>. Acesso em: 12 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Anuário Mineral Brasileiro, 2007.** Ano base 2006. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>. Acesso em: 12 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Anuário Mineral Brasileiro, 2008.** Ano base 2007. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>.

conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro. Acesso em: 12 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Anuário Mineral Brasileiro, 2009.** Ano base 2008. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>. Acesso em: 12 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Anuário Mineral Brasileiro, 2010.** Ano base 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>. Acesso em: 12 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Anuário Mineral Brasileiro, 2018.** Ano base 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>. Acesso em: 12 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Anuário Mineral Brasileiro, 2019.** Ano base 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>. Acesso em: 12 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Anuário Mineral Brasileiro, 2020.** Ano base 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>. Acesso em: 12 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Anuário Mineral Brasileiro, 2021.** Ano base 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>. Acesso em: 12 fev. 2022.

BRASIL. Lei nº 13.540, 18 de dezembro de 2017. **Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF. Planalto. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/lei/L13540.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13540.htm). Acesso em: 14 fev. 2022.

DALLA COSTA, M. M.; FERNANDES, L.; DUARTE, J.E.C.; RECUERO J.C. (coord.). **Anuário mineral estadual Minas Gerais.** Anos base 2010 a 2014. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), 2017.

DARDENNE M. A.; SCHOBENHAUS C. Depósitos minerais no tempo geológico e épocas metalogenéticas. In: BIZZI, L.; SCHOBENHAUS, C; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. (Ed.). **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil.** Brasília: CPRM, 2003. p. 365-447.

DIAS, T. G.; CAXITO, F. **Cromo.** Recursos Minerais de Minas Gerais (RMMG), 2018. Disponível em: <http://recursomineralmg.codemge.com.br/substancias-minerais/cromo/>. Acesso em: 25 nov. 2020.

FERBASA – **Relações com Investidores, 2021.** Disponível em: [http://www.ferbasa.com.br/default\\_pt.asp?idioma=0&conta=28](http://www.ferbasa.com.br/default_pt.asp?idioma=0&conta=28). Acesso em: 14 fev. 2022.

GEOSCAN – **Investigação Geofísica para minério de manganês. CFEM: O que é e como é calculada, 2021.** Disponível em: <https://www.geoscan.com.br/blog/cfem-o-que-e/#:~:text=A%20CFEM%20ou%20compensa%C3%A7%C3%A3o%20financeira,uni%C3%A3o%20segundo%20a%20constitui%C3%A7%C3%A3o%20brasileira>. Acesso em: 13 fev. 2022

GONÇALVES, M. de M. **Séries Estatísticas e Economia Mineral – Cromo.** Sumário Brasileiro Mineral, 2004. DNPM/BA. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2004/cromo-2004.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2022.

LAI, J. K. L.; LO, K. H.; SHEK, C. H. Recent developments in stainless steels. **Materials Science and Engineering: R: Reports**, v. 65 (4-6), p. 39-104, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927796X09000461?via%3Dihub>. Acesso em: 25 nov. 2020.

LIMA, T. M.; NEVES, C. A. R. (coord.). **Sumário Mineral 2015.** V. 35. Brasília, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), 2016.

METSO. **Indústria de mineração no Brasil e seu crescimento.** 2020. Disponível em: <https://www.mogroup.com/pt/insights/blog/mineracao-e-metals/crescimento-da-mineracao-no-brasil/?r=1#:~:text=Ao%20falar%20nas%20atividades%20econ%C3%B4micas,euros%20com%20potencial%20de%20expans%C3%A3o>. Acesso em: 25 nov. 2020.

MME – MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Desempenho do setor mineral em 2020 supera expectativas.** Governo do Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/financas-impostos-e-gestao-publica/2021/02/desempenho-do-setor-mineral-em-2020-supera-expectativas>. Acesso em: 05 dez. 2021.

MURTHY, Y. R., TRIPATHY, S. K., KUMAR, C. R. Chrome ore beneficiation challenges & opportunities – A review. **Minerals Engineering**, 24(5): p. 375–380, 2011.

NORONHA, C. **O que é um processo minerário.** Blog da Jazida, 2020. Disponível em: <https://blog.jazida.com/o-que-e-um-processo-minerario/>. Acesso em: 13 fev. 2022.

O GLOBO ECONOMIA, 2009. **Vale reduz produção de minério de ferro em 26,3% no quarto trimestre de 2008.** Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/vale-reduz-producao-de-minerio-de-ferro-em-263-no-quarto-trimestre-3176991>. Acesso em: 16 fev. 2022.

PAPP, J. F. Chromium. In: **United States Geological Survey – USGS. Minerals Yearbook, 2000.** p. 18.1-18.2. Disponível em: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/chromium-statistics-and-information>. Acesso em: 25 nov. 2020.

RUSSEL, J. B. **Química geral.** São Paulo: Makron Books, 2004.

SAMPAIO, J. A.; ANDRADE, M. C.; PAIVA, P. R. P. *Cromita*. In: **Rochas e Minerais Industriais no Brasil**: usos e especificações. 2. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2008. p. 403-425. Disponível em: <https://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1107>. Acesso em: 25 nov. 2020.

SIGMINE – **Sistema de Informação Geográfica da Mineração**. Disponível em: <https://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a8f5ccc4b6a4c2bba79759aa952d908>. Acesso em: 12 fev. 2022.

VALE. **CVRD adquire empresa norueguesa de ferro ligas**. 2003. Disponível em: <http://www.vale.com/brasil/pt/investors/information-market/press-releases/paginas/cvrd-adquire-empresa-norueguesa-de-ferro-ligas.aspx>. Acesso em: 16 fev. 2022.



## Análise de parâmetros hidráulicos e metodologias de dimensionamento para canais de drenagem: estudo de caso – Itabira/MG

Liomar da Silva Braga<sup>1</sup>

Adinan Loureiro Muzzi<sup>2</sup>

Thiago Marques Viana<sup>3</sup>

### RESUMO

As drenagens urbanas são um desafio para a engenharia em municípios brasileiros. O problema dialoga com a qualidade de vida e com a segurança da população. Nesse contexto, estudar as boas práticas de engenharia que envolvem projeto, dimensionamento e execução de drenagens é de suma importância para o meio técnico. O presente trabalho objetivou a comparação entre metodologias de cálculo da vazão de projeto de uma microbacia hidrográfica localizada no município de Itabira-MG, aplicando os métodos Racional, I-Pai Wu e SCS-CN. Foram avaliadas a variação entre os resultados obtidos entre si e em relação à vazão utilizada no dimensionamento da estrutura construída. O *software* ArcGis 10.5 foi utilizado para delimitação da microbacia hidrográfica. Visando tornar o trabalho eficiente, foi desenvolvido um *software* que processa os dados obtidos no ArcGis 10.5, calcula a vazão de projeto e a seção transversal do canal de drenagem. Os resultados demonstraram que a escolha entre qual metodologia é aplicada deve ser fundamentada no grau de detalhamento do projeto e na importância da estrutura de drenagem.

**Palavras-chave:** Bacia Hidrográfica. Drenagem Urbana. ArcGis.

<sup>1</sup>Graduado em Engenharia Civil pela UNIFUNCESI, Itabira, MG, Brasil. E-mail: liomards16@gmail.com.

<sup>2</sup>Graduado em Engenharia Civil pela UNIFUNCESI, Itabira, MG, Brasil. E-mail: adinan@hotmail.com.

<sup>3</sup>Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Mestre em Engenharia Civil pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG. Atua como professor de Engenharia Civil na UNIFUNCESI e como Engenheiro Civil na Prefeitura Municipal de Santa Bárbara, MG, Brasil. E-mail: thiago.m.viana@hotmail.com.

## ***Analysis of hydraulic parameters and sizing methodologies for drainage channels: case study – Itabira/MG***

### ***ABSTRACT***

*Urban drainage is a challenge for engineering in Brazilian municipalities. The problem is in dialogue with the quality of life and safety of the population. In this context, studying good engineering practices involving the design, sizing and execution of drainage systems is of utmost importance for the technical community. The present work aimed at comparing design flow calculation methodologies for a watershed located in the municipality of Itabira-MG, applying the Rational, I-Pai Wu and SCS-CN methods. The variation between the results obtained among themselves and in relation to the flow rate used in the sizing of the built structure were evaluated. The ArcGis 10.5 software was used for delimiting the watershed. Aiming to make the work efficient, a software was developed that processes the data obtained in ArcGis 10.5, calculates the design flow and the cross section of the drainage channel. The results showed that the choice between which methodology is applied should be based on the degree of detail of the project and the importance of the drainage structure.*

**Keywords:** *Watershed. Urban Drainage. ArcGis.*

Artigo recebido em: 31/03/2022

Aceito em: 24/06/2022

## 1. INTRODUÇÃO

Os centros urbanos possuem uma relação histórica com os cursos hídricos. Baptista e Cardoso (2013) argumentam que ao longo do desenvolvimento das grandes civilizações, a formação das comunidades esteve estreitamente relacionada com a localização dos rios. Devido à necessidade de água para atividades como consumo, higiene, agricultura e em função da inexistência de técnicas de transporte deste recurso para locais distantes dos cursos hídricos, os rios se transformaram em um componente dos espaços que posteriormente viriam a se tornar cidades impermeabilizadas, refletindo em mudança no papel e comportamento das drenagens.

As drenagens urbanas fazem parte da rotina da maioria dos municípios brasileiros. Dados da Secretaria Nacional de Saneamento (2021) mostram que 45,3% dos municípios brasileiros possuem um sistema exclusivo de drenagem, 12% possuem sistema de drenagem misto e 21,3% possuem estruturas de drenagem que funcionam em conjunto com outro tipo de estrutura. Portanto conclui-se que 78,6% dos municípios brasileiros possuem alguma estrutura de drenagens ao longo de sua extensão. Tais dados demonstram a importância do estudo dos cursos hídricos nos planos de desenvolvimento dos municípios.

Baptista e Cardoso (2013) argumentam que a redução da capacidade de infiltração da água no solo associada ao aumento da vazão e à velocidade de escoamento aumentam os picos dos hidrogramas de cheias tornando inundações mais frequentes. Portanto o funcionamento correto dos dispositivos de drenagem está diretamente relacionado à segurança e ao conforto na circulação pelo espaço urbano.

De acordo com Tucci (2009), uma bacia hidrográfica pode ser definida como uma área composta por diversas superfícies que captam o volume precipitado durante as chuvas, retém ao longo de sua topografia parte desse volume e transporta o volume excedente através de canais de drenagem para um ponto único de saída, que é chamado de exutório.

Para Tucci (2012), à medida que o espaço é impermeabilizado devido ao processo de urbanização, a água passa a ser transportada por canais de drenagem e as vazões dos sistemas de drenagem aumentam, fator que tende a tornar eventos de inundação mais frequentes. A forma como uma área é utilizada contribui para o escoamento superficial da água que chega ao exutório da bacia hidrográfica.

Netto *et al.* (2007) dividem as obras de drenagem urbana em dois grupos: as microdrenagens, que são responsáveis por coletar as águas das edificações, conduzindo-as



para as sarjetas e bueiros; enquanto, em um contexto mais amplo, as macrodrenagens são abastecidas pelas microdrenagens e transportam o escoamento para o exutório da bacia hidrográfica. O funcionamento das estruturas de macrodrenagem é mais complexo e seu dimensionamento exige o conhecimento da área total da bacia hidrográfica, tipos de uso e ocupação, topografia, assim como os aspectos sociais de como ocorre a ocupação do espaço geográfico da área analisada.

Segundo Collischonn e Dornelles (2013), durante eventos de precipitação, parte da chuva infiltra no solo, porém outra parte deste volume não consegue se infiltrar; esse restante é definido como escoamento superficial. Tal volume de água escoar até chegar no curso hídrico, sendo responsável por gerar picos de vazão nos rios. Netto *et al.* (2007) definem que o efeito prático do escoamento superficial para as obras de drenagem é a necessidade de se estimar valores de vazão de projeto para as obras de drenagem urbana.

A partir do que foi apresentado anteriormente, foi levantado o seguinte questionamento: qual a vazão de projeto do canal de drenagem estudado e como diferentes metodologias de cálculo podem influenciar no dimensionamento da drenagem? Assim, este artigo visa avaliar os diferentes métodos de dimensionamento de canais abertos encontrados na literatura, quais sejam, o Método Racional, Método I-Pai Wu e o Método *Soil Conservation Service* (SCS-CN); estudar como as variáveis de entrada para o dimensionamento destes métodos influenciam no dimensionamento da vazão final; calcular a vazão de projeto de um canal de drenagem localizado em Itabira utilizando as três metodologias de cálculo; analisar se as atuais dimensões da drenagem atenderiam aos valores de vazões calculadas; e comparar os resultados calculados com os valores utilizados na obra. Para isso, como objetivos específicos primeiramente foi criado um software com as metodologias de dimensionamento estudadas e, na sequência, estudada sua aplicabilidade através de um estudo de caso.

Como já se conhece o potencial de majoração do método Racional se utilizado em bacias maiores, adicionalmente se pretende avaliar a magnitude da superestimativa da vazão de projeto e conseqüentemente das dimensões da seção transversal da drenagem. Considerada a relevância das drenagens no planejamento urbano, emerge a necessidade de metodologias de cálculo que considerem as particularidades da bacia hidrográfica, como os parâmetros numéricos usados para dimensionamento da drenagem que são influenciados pelo uso do solo ao longo da microbacia hidrográfica, topografia e distribuição das chuvas ao longo de um período de retorno.

Itabira é um município localizado no interior de Minas Gerais que, segundo dados do IBGE (2019), possui uma área territorial de 1.253,704 km<sup>2</sup> e uma população de 120.904 habitantes. O canal de drenagem objeto de estudo deste trabalho está localizado no perímetro urbano da cidade, na Avenida Machado de Assis, cuja pavimentação segue paralelamente às margens do canal, e interliga duas importantes regiões da cidade, iniciando-se no bairro Machado e se estendendo até o bairro Gabiroba. As obras para construção do referido canal tiveram início em fevereiro de 2019 e foram concluídas em junho de 2020, fato que foi fator determinante na escolha deste projeto em razão do fator temporal (obra recente); devido à maior diversidade de documentos aos quais se pode ter acesso, consequentemente os objetivos aos quais este trabalho se propõe poderiam ser atingidos de forma mais eficaz.

Este trabalho contribui para o meio acadêmico como meio de consulta para trabalhos futuros, já que fornece informações que refletem o resultado do crescimento urbano para o dimensionamento de drenagens urbanas. Dada a relevância destas obras para o perímetro urbano que existe em torno da drenagem, pode-se afirmar que, no âmbito social, contribuiu-se por meio do desenvolvimento de um estudo que pode servir como referência para o planejamento de políticas públicas que conciliem crescimento urbano e gestão de recursos hídricos. Por fim, como contribuição para o profissional de engenharia, destaca-se que através deste estudo o profissional poderá consultar um comparativo entre o que é calculado e o que é aplicado, podendo assim antever como a ocupação do espaço geográfico em uma bacia hidrográfica afetará o dimensionamento das drenagens urbanas.

Segundo Costa e Diniz (2020), as dimensões das estruturas de drenagem devem ser capazes de transportar a vazão máxima calculada, direcionando-a corretamente para os sistemas a jusante. De acordo com a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano de São Paulo (2012), essa condição pode ser verificada através da Equação 1 de continuidade de Manning.

$$Q = \frac{R_h^{\frac{2}{3}} * A * I^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (1)$$

Sendo:

$Q$  = vazão escoada (m<sup>3</sup>/s);

$A$  = área molhada (m<sup>2</sup>);

$R_h$  = raio hidráulico (m);

$I$  = declividade longitudinal da drenagem (m/m);

$n$  = coeficiente de Manning.

Netto *et al.* (2007) definem que a área molhada corresponde à área da seção transversal que está em contato com o escoamento, o raio hidráulico representa a resistência ao escoamento devido à declividade do canal de drenagem; esse parâmetro pode ser expresso em função do perímetro molhado, que, por sua vez, é definido como o comprimento que delimita a superfície da seção transversal em contato com o escoamento. No Quadro 1 são demonstrados os métodos de cálculo dos parâmetros hidráulicos das seções retangulares.

**Quadro 1:** Parâmetros hidráulicos para dispositivos de drenagem

Área molhada, perímetro molhado e raio hidráulico da seção transversal					
Forma da seção transversal	Altura de água (m)	Área molhada (m <sup>2</sup> )	Perímetro molhado (m)	Raio hidráulico (m)	Observações
<b>Condutos abertos</b>					
Retangular	$Y$	$by$	$b + 2y$	$\frac{by}{b + 2y}$	$b = \text{base}$
					$y = \text{profundidade}$

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2021), adaptado de Netto *et al.* (2007, p. 368).

## 2. METODOLOGIA

Essa pesquisa tem natureza aplicada, por tratar de aspectos práticos de questões específicas. No que tange à abordagem, enquadra-se como quantitativa, já que foca sua análise nos cálculos de parâmetros hidráulicos de bacias e no dimensionamento de canais de drenagem.

Tratando dos objetivos, pode-se enquadrá-la como descritiva, por caracterizar aspectos hidráulicos da bacia hidrográfica e do canal de drenagem objeto de análise deste trabalho, ou seja, descreve-se a forma como os parâmetros físicos da bacia hidrográfica interagem resultando na vazão de projeto. Autores definem a pesquisa descritiva como sendo uma forma de pesquisa que visa relacionar interações entre variáveis de um grupo avaliando como os dados interagem entre si, aplicando técnicas padronizadas de coleta e análise (MENEZES e SILVA, 2005; FREITAS e PRODANOV, 2013).

Do ponto de vista executivo este trabalho adota o procedimento de estudo de caso, já que aborda objeto específico, avaliando suas características. Adicionalmente, aplicou-se o procedimento de Pesquisa Documental por basear-se nos documentos que compunham o

projeto do canal de drenagem. O trabalho se enquadra nesta metodologia de execução quando construído a partir de documentos que não passaram por tratamento analítico. (MENEZES e SILVA, 2005; FREITAS e PRODANOV, 2013).

A forma como a amostragem é definida foi não probabilística, por não levar em consideração aspectos matemáticos, mas sim disponibilidade de dados sobre o objeto de estudo deste trabalho. A técnica de análise de dados se baseia em uma análise estatística descritiva por apresentar conclusões quantitativas quanto aos parâmetros do canal de drenagem associado a uma análise desses dados visando aprimoramento desses parâmetros.

As etapas adotadas foram basicamente:

- tomada de um canal de macrodrenagem urbana como referência no município de Itabira;
- delimitação da bacia hidrográfica do referido canal e cálculo dos parâmetros necessários para o dimensionamento do canal por diferentes métodos, sendo o Método Racional, Método I-Pai Wu e Método SCS-CN;
- comparativo dos resultados obtidos para dimensionamento com o projeto e com as dimensões reais do canal executado;
- ponderação quanto à adequação de uso dos métodos, inclusive com quantificação da superestimativa esperada para o Método Racional, considerando as suas limitações de aplicação.

A delimitação da bacia hidrográfica foi feita utilizando o *software* ArcGis, manipulando uma imagem SRTM que contém dados geográficos da área objeto de estudo neste trabalho, a manipulação desta imagem resultou na definição da área drenada, canais de drenagem ao longo da área, dados de inclinação, elevação da bacia hidrográfica, modos de ocupação do solo e a respectiva área ocupada.

Os dados de uso e ocupação do solo foram utilizados como base para determinação dos coeficientes de escoamento superficial e posterior determinação da vazão máxima em cada metodologia de cálculo utilizada neste trabalho. Visando tornar a comparação entre os valores utilizados no projeto do canal de drenagem e os valores utilizados neste trabalho, o período de retorno considerado foi 25 anos, mesmo período utilizado no dimensionamento do canal de drenagem.

Visando tornar o processamento dos dados mais eficiente, foi desenvolvido um *software* utilizando a linguagem de programação C# para o cálculo da vazão de projeto através dos métodos Racional, I-Pai Wu e SCS-CN e dimensionamento da seção mínima necessária para o transporte desta vazão utilizando a equação de Manning. Os cálculos foram realizados em função de parâmetros obtidos no ArcGis, como área da bacia hidrográfica, tipo de solo, classe de uso do solo, maior e menor cota altimétrica, comprimento do talvegue e dados hidrológicos regionais obtidos no *software* Plúvio 2.1.

Os valores de vazão e seção transversal calculados através do *software* desenvolvido foram comparados com o valor de vazão máxima que consta no parecer técnico elaborado pela Prefeitura Municipal de Itabira para obter a outorga para realização da obra.

## 2.1 Método Racional

De acordo com Tucci (2009) o método racional é amplamente utilizado na estimativa da vazão máxima em bacias hidrográficas com áreas inferiores a 2 km<sup>2</sup>. A sua simplicidade pode ser justificada pelo fato de englobar todos os fatores que transformam a precipitação em vazão em apenas um coeficiente. Este método considera que o tempo de duração da precipitação é igual ao tempo de concentração da bacia hidrográfica, as perdas são representadas por um coeficiente de escoamento determinado em função de características do uso do solo ao longo da área drenada e não se avalia a distribuição temporal da vazão.

Essas premissas atingem resultados mais eficientes em bacias hidrográficas menores, com um menor tempo de concentração. Benini *et al.* (2003) afirmam que este método de cálculo de vazões considera o escoamento superficial, a intensidade da chuva e a área da bacia hidrográfica, sendo relacionados através da Equação 2.

$$Q = \frac{C * I * A}{3,6} \quad (2)$$

Sendo:

$Q$  = vazão de pico (m<sup>3</sup>/s);

$C$  = coeficiente de escoamento;

$I$  = intensidade média máxima da chuva (mm/h);

$A$  = área da bacia hidrográfica (km<sup>2</sup>).

De acordo com Guimarães (2009), é fundamental que na aplicação do método racional sejam considerados o tempo de concentração, o tempo de retorno, o coeficiente de escoamento e a intensidade da chuva; esses parâmetros podem ser obtidos através de equações ou ábacos específicos. Pinto *et al.* (2008) definem que o tempo de concentração é o intervalo de tempo para que a partícula de água se desloque do ponto mais distante da bacia hidrográfica até o seu exutório. Os principais fatores que influenciam no tempo de concentração são o comprimento e a declividade do talvegue. Há diversas fórmulas empíricas para determinação do tempo de concentração, uma das alternativas é a Equação 3.

$$T_c = 57 * \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad (3)$$

Sendo:

$T_c$  = tempo de Concentração (min);

$L$  = comprimento do Talvegue (Km);

$H$  = elevação da bacia hidrográfica (m).

Nascimento e Jesus (2017) afirmam que a chuva é a principal forma de alteração na vazão nos canais de drenagem de bacias hidrográficas, tornando essencial a determinação de uma chuva crítica para o dimensionamento de obras de drenagem. Em regiões onde há ausência de dados pluviométricos, essa chuva pode ser determinada em função da relação de intensidade, duração e frequência desses eventos, essa relação calcula a intensidade de eventos críticos em função da probabilidade de ocorrência dessas chuvas em um período de tempo determinado no projeto. Esta relação pode ser expressa pela Equação 4.

$$I = \frac{K * T_R^a}{(t_c + b)^c} \quad (4)$$

Sendo:

$I$  = intensidade de precipitação máxima (mm/h);

$K, a, b$  e  $c$  = parâmetros de ajuste locais;

$T_R$  = período de retorno (anos);

$t_c$  = tempo de duração da chuva (min).

Guimarães (2009) argumenta que a determinação do coeficiente de escoamento é feita em função de diversos fatores, podendo ser citados tipo de uso, declividade e tempo de

retorno da precipitação. De acordo com alguns autores, “o coeficiente de escoamento superficial para ocupações e usos variados em uma mesma bacia pode ser calculado usando-se a média ponderada” (GAROTTI; BARBASSA, 2010, p. 23), por meio da Equação 5.

$$C = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + C_3A_3 + \dots + C_nA_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \quad (5)$$

Sendo:

$C$  = coeficiente de escoamento;

$C_i$  = coeficiente de escoamento específico de um tipo de uso do solo;

$A_i$  = área utilizada (Km<sup>2</sup>).

Alguns valores de coeficientes de escoamento utilizados para a ponderação do parâmetro  $C$  de bacias hidrográficas são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Coeficiente de escoamento ( $C$ ) para diferentes condições de uso do solo e período de retorno

Superfície	TEMPO DE RETORNO (ANOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>Asfalto</b>	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
<b>Concreto/telhado</b>	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
<b>Pastos</b>							
<b>Plano (0 - 2%)</b>	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
<b>Médio (2 - 7%)</b>	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
<b>Inclinado (&gt;7%)</b>	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
<b>Florestas/reflorestamento</b>							
<b>Plano (0 - 2%)</b>	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
<b>Médio (2 - 7%)</b>	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
<b>Inclinado (&gt;7%)</b>	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

Fonte: Elaborado pelos autores (2021), adaptado de Cordeiro *et al.* (2019, p. 8-9).

## 2.2 Método I-Pai Wu

O método I-Pai Wu é uma variação do Método Racional amplamente aplicado no dimensionamento de pequenas bacias hidrográficas, podendo ser utilizado em bacias hidrográficas com dimensões entre 2 e 200 Km<sup>2</sup>. O Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE, 2005) normatiza que em situações nas quais não há disponibilidade de dados históricos sobre a pluviometria do local, podem ser aplicados

métodos sintéticos de cálculo da vazão de projeto para o dimensionamento de obras hidráulicas.

Segundo Schlickmann e Back (2020), o método I-Pai-Wu é um aprimoramento do Método Racional por considerar fatores adicionais que interferem no comportamento do escoamento que se transforma em vazão no exutório da bacia. De acordo com Steffen e Rondon (2000), o método I-Pai Wu é semelhante ao Método Racional, porém difere devido à necessidade de se considerar um coeficiente  $K$  que representa o coeficiente de distribuição espacial da chuva. Esse valor numérico é obtido graficamente, em função da área drenada e da duração da precipitação. A vazão de projeto pode ser obtida através da Equação 6.

$$Q = 0,278 * C * I * A^{0,9} * K \quad (6)$$

Sendo:

$Q$  = vazão de projeto (m<sup>3</sup>/s);

$C$  = coeficiente de escoamento superficial;

$I$  = chuva de projeto (mm/h);

$A$  = área da bacia hidrográfica (Km<sup>2</sup>);

$K$  = coeficiente de distribuição da precipitação.

O Coeficiente de escoamento superficial é uma relação entre dados da geometria da bacia hidrográfica e dados de uso e ocupação do solo, podendo ser definido pela Equação 7.

$$C = \frac{2}{1 + F} * \frac{C_2}{C_1} \quad (7)$$

Sendo:

$C$  = coeficiente de escoamento superficial;

$F$  = coeficiente de forma da bacia hidrográfica;

$C_1$  = fator de forma da bacia hidrográfica;

$C_2$  = coeficiente volumétrico de escoamento.

O Fator de forma  $C_1$  pode ser calculado através da Equação 8.

$$C_1 = \frac{4}{2 + F} \quad (8)$$



Sendo:

$C_1$  = fator de forma da bacia hidrográfica;

$F$  = coeficiente de forma da bacia hidrográfica.

O coeficiente de forma, por sua vez, é representado através da Equação 9.

$$F = \frac{L}{2 * \left(\frac{A}{\pi}\right)^{0,5}} \quad (9)$$

Sendo:

$F$  = coeficiente de forma da bacia hidrográfica;

$L$  = comprimento do Talvegue (Km);

$A$  = área da bacia hidrográfica (Km<sup>2</sup>).

O coeficiente  $C_2$  representa o volume da precipitação que escoar ao longo da bacia hidrográfica. De acordo com Yogi (2018), a determinação desse coeficiente considera o tipo de uso e ocupação do solo e suas respectivas áreas. Em posse desses dados, estima-se o grau de impermeabilização do solo e, em áreas onde há múltiplos usos do solo, é feita uma ponderação entre os coeficientes de impermeabilização em função de cada área específica ocupada. Esse valor pode ser determinado através da Equação 10.

$$C_2 = \frac{\sum c_2 * A_i}{A} \quad (10)$$

Sendo:

$C_2$  = coeficiente volumétrico total;

$c_2$  = coeficiente volumétrico parcial;

$A_i$  = área parcial (Km<sup>2</sup>);

$A$  = área total (Km<sup>2</sup>).

As características da bacia hidrográfica são utilizadas no método I-Pai Wu para estimar o grau de impermeabilização da área e a ponderação do coeficiente de escoamento que será utilizado no cálculo da vazão de projeto para a bacia hidrográfica. Essa classificação é apresentada no Quadro 2.

**Quadro 2:** Grau de impermeabilização do solo em função do seu uso

Grau de impermeabilização do solo	Cobertura ou tipo de solo	Uso do solo ou grau de urbanização
Baixo	Com vegetação rala e/ou esparsa	Zonas verdes não urbanizadas
	Solo arenoso seco	
	Terrenos cultivados	
Médio	Terrenos com manto fino de material poroso	Zona residencial com lotes amplos (maior que 1000m <sup>2</sup> ) Zona residencial rarefeita
	Solos com pouca vegetação	
	Gramados amplos	
	Declividades médias	
Alto	Terrenos pavimentados	Zona residencial com lotes pequenos (100 a 1000m <sup>2</sup> )
	Solos argilosos	
	Terrenos rochosos estéreis ondulados	
	Vegetação quase inexistente	

Fonte: SÃO PAULO (1999, p. 114).

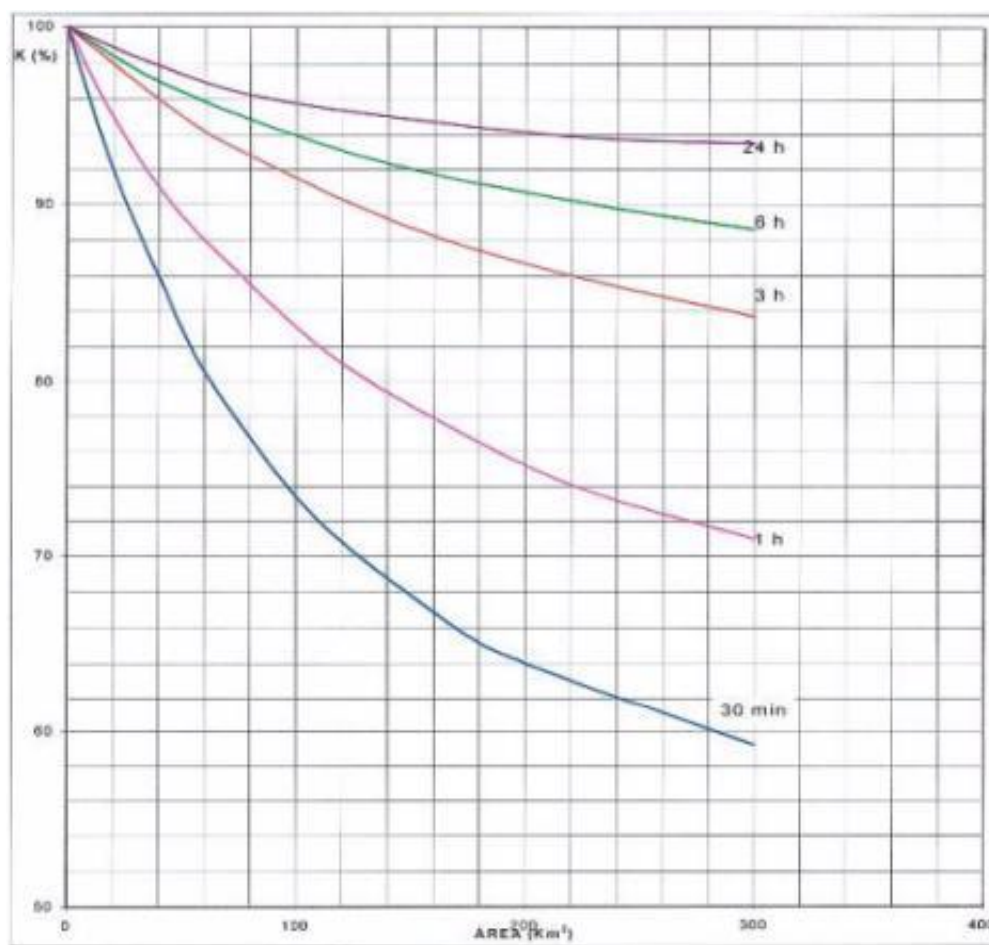
Em função do grau de impermeabilização da área, o método I-Pai Wu aplica valores de coeficientes de escoamento para cada tipo de área. Esses valores estão demonstrados na Tabela 2.

**Tabela 2:** Coeficiente volumétrico de escoamento (c2)

Grau de impermeabilização da superfície	Coeficiente volumétrico de escoamento
Baixo	0,30
Médio	0,50
Alto	0,80

Fonte: SÃO PAULO (1999, p. 115).

De acordo com Yogi (2018), o método I-Pai Wu considera que a chuva não apresenta um comportamento uniforme durante o período da precipitação. Portanto, para o dimensionamento, há a necessidade de se adotar um coeficiente de distribuição K, que é obtido através de um ábaco que relaciona a área da bacia hidrográfica e a duração da precipitação. A Figura 1 apresenta o ábaco utilizado para a estimativa do coeficiente K.

**Figura 1:** Coeficiente de distribuição espacial da chuva

Fonte: Secretaria de Vias Públicas de São Paulo (1999).

Fernandez (2019) descreve que o coeficiente de distribuição espacial da chuva é obtido através do ábaco demonstrado na figura 1, relacionando a área da bacia hidrográfica e o tempo de concentração em horas, como resultado, obtêm-se o coeficiente K.

### 2.3 Método *Soil Conservation Service* (SCS-CN)

De acordo com Collischonn e Dornelles (2013), uma das formas mais utilizadas no cálculo do escoamento superficial em uma bacia hidrográfica é o método *Soil Conservation Service* (SCS-CN). Segundo Soares *et al.* (2017), esse método é muito utilizado devido à facilidade em ser aplicado e por requerer parâmetros simples de serem obtidos, como: uso do solo, precipitação e tipo de solo.

O método SCS-CN foi desenvolvido pelo órgão governamental americano *United States Department of Agriculture's Soil Conservation Service* (SCS-USDA), em 1950, e

tornou-se amplamente utilizado para o cálculo da vazão de projeto de estruturas de drenagem devido a sua simplicidade. De acordo com Paulino (2014), essa simplicidade deve-se ao fato de que sua aplicação depende de apenas três parâmetros: a precipitação, a umidade do solo e os dados de uso e cobertura do solo.

Ramos *et al.* (1999) recomendam que o método SCS-CN seja utilizado em bacias hidrográficas com áreas entre 3 e 250 km<sup>2</sup>. Tal recomendação é semelhante ao que é afirmado por Tomaz (2002), que recomenda a aplicação do método em bacias com áreas inferiores a 280 km<sup>2</sup>.

Cunha *et al.* (2015) citam que o método foi desenvolvido baseado em características de áreas rurais dos Estados Unidos e aplicado em outras áreas sem adaptação dos parâmetros para características regionais. Também há uma dependência significativa na escolha do *Curve number* (CN), como o método foi originalmente desenvolvido em áreas rurais, seus resultados são mais precisos nessas condições, porém é aplicado em áreas com condições ambientais diferentes.

De acordo com a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano de São Paulo (2012), em bacias hidrográficas que possuem múltiplos usos do solo, o CN utilizado nos cálculos da vazão de projeto deve ser calculado através da média ponderada dos CNs de cada uso do solo na área drenada. Esses valores podem ser consultados em tabelas de acordo com a classificação do solo e o tipo de uso.

Segundo Collischonn e Dornelles (2013), o cálculo do coeficiente CN utilizado no método SCS-CN depende da classificação do solo; esta classificação agrupa os solos em quatro classes A, B, C e D em ordem crescente de formação do escoamento. Tal classificação é apresentada no Quadro 3.

**Quadro 3:** Tipos de solos para a determinação do parâmetro CN

Tipo SCS	Características	Textura
A	Solos com baixo potencial de geração de escoamento superficial: solos arenosos ou siltosos, profundos e de alta capacidade de infiltração	Arenosa; Areia Franca; Franco Arenosa
B	Solos com pouco teor de argila, menos profundos ou com mais argila do que os solos do tipo A e de média capacidade de infiltração	Franco Siltosa; Franca
C	Solos com mais teor de argila do que os solos do tipo C, com uma camada mais impermeável abaixo da superfície ou pouco profundos	Franco Argilo Arenosa

Continua...

... Conclusão

Tipo SCS	Características	Textura
D	Solos com alto potencial de geração de escoamento superficial: solos argilosos, solos rasos sobre rochas impermeáveis, solos com lençol freático próximo à superfície, solos com capacidade de infiltração muito baixa	Franco Argilosa; Franco Argilo Arenosa; Argilo Arenosa; Argilo Siltosa; Argilosa.

Fonte: Collischonn e Dornelles (2013, p. 140).

O parâmetro CN é definido em função do tipo de uso do solo e a classificação deste solo obtida através do Quadro 3. Valores de CN utilizados em bacias hidrográficas rurais podem ser consultados no Quadro 4.

**Quadro 4:** Valores do parâmetro CN para diferentes condições de uso do solo em bacias rurais

Uso do solo	Superfície	A	B	C	D
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	6	35	70	79
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, de alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76

Fonte: Elaborado pelos autores (2021), adaptado de Collischonn e Dornelles (2013, p. 140-141).

Enquanto alguns valores de CN para bacias hidrográficas urbanas são apresentados no Quadro 5.

**Quadro 5:** Valores do parâmetro CN para diferentes condições de uso do solo em bacias urbanas

Utilização ou cobertura do solo	A	B	C	D
Zonas industriais	81	88	91	93
Parques de estacionamentos, telhados, viadutos etc.	98	98	98	98
Arruamentos e estradas asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98

Fonte: Elaborado pelos autores (2021), adaptado de Collischonn e Dornelles (2013, p. 140-141).

Collischonn e Dornelles (2013) afirmam que o método SCS-CN baseia-se no balanço hídrico aplicado na superfície do solo. A Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano de São Paulo (2012) afirma que esse método é amplamente difundido em áreas que não dispõem de dados fluviométricos. Quando a precipitação for superior à capacidade de infiltração do solo ( $P > 0,2S$ ), admite-se que há escoamento superficial, podendo ser determinado através da Equação 11.

$$P_{ef} = \frac{(P - 0,2 S)^2}{P + 0,8 S} \quad (11)$$

Sendo:

$P_{ef}$  = precipitação efetiva (mm);

$P$  = precipitação total (mm);

$S$  = retenção máxima potencial (mm).

De acordo com Cunha *et al.* (2015), a retenção máxima potencial também pode ser denominada índice de armazenamento, ou perdas máximas potenciais, e pode ser definida como uma reação da bacia hidrográfica à chuva. O parâmetro  $S$  pode ser obtido através da análise dos dados de cobertura do solo e do tipo de solo existente ao longo da bacia hidrográfica. Esses dados são quantificados através do parâmetro CN. Segundo Paulino (2014) o parâmetro CN representa a capacidade de retenção do solo de uma determinada área drenada e esse valor adimensional varia entre 0 e 100. Cada tipo de ocupação do solo possui um valor de CN determinado que representa o grau de impermeabilização da superfície. Segundo alguns autores, “caso a bacia apresente diversos tipos de solo e de ocupação, deve-se adotar o valor de CN obtido pela média ponderada dos diversos CNs correspondentes às áreas homogêneas” (RAMOS *et al.*, 1999, p. 63). Tal relação é demonstrada na Equação 12.

$$CN = \frac{CN_1 A_1 + CN_2 A_2 + CN_3 A_3 + \dots + CN_n A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \quad (12)$$

Sendo:

$CN$  = *curve number* total;

$CN_i$  = *curve number* parcial;

$A_i$  = área utilizada (Km<sup>2</sup>).

O parâmetro CN ponderado é utilizado para o cálculo da retenção máxima potencial  $S$  através da Equação 13.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (13)$$

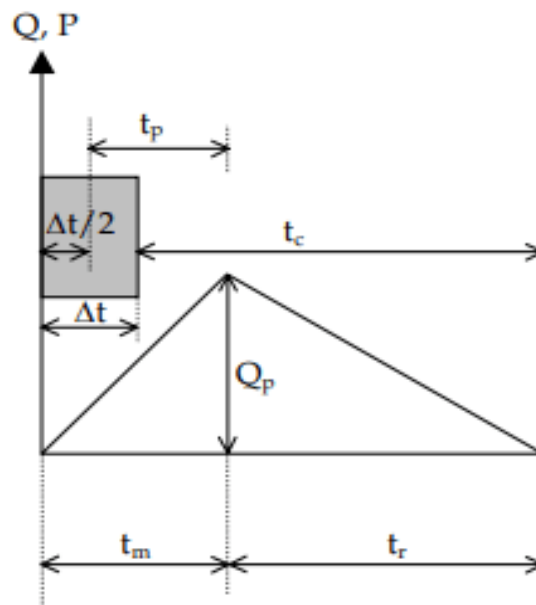
Sendo:

$S$  = retenção máxima potencial (mm);

$CN$  = *curve number* total.

O Departamento de Esgotos Pluviais de Porto Alegre (2005) afirma que os processos hidrológicos que atuam na bacia hidrográfica podem ser resumidos em precipitação, infiltração, perdas iniciais, e escoamento superficial. O escoamento superficial é o processo que irá compor a vazão utilizada no dimensionamento das obras de drenagem; para isso é necessário dividir o processo em duas etapas: separação do escoamento superficial e sua propagação ao longo da bacia hidrográfica. O método SCS transforma o escoamento em vazão através do hidrograma triangular unitário, representado genericamente na Figura 2.

**Figura 2:** Hidrograma triangular unitário



**Fonte:** Departamento de Esgoto Pluvial de Porto Alegre (2005).

A vazão de pico unitária  $Q_p$  é determinada em função dos parâmetros demonstrados no hidrograma, sendo calculada pela Equação 14.

$$Q_p = \frac{0,208 * A}{t_m} \quad (14)$$

Sendo:

$Q_p$  = vazão de pico unitária ( $m^3s^{-1}/mm$ );

$A$  = área da bacia hidrográfica ( $km^2$ );

$t_m$  = tempo de ascensão (min).

A duração da precipitação, denotada por  $\Delta t$ , pode ser calculada através da Equação 15.

$$\Delta t = 0,133 * t_c \quad (15)$$

Sendo:

$\Delta t$  = tempo de duração (min);

$t_c$  = tempo de concentração (min).

$$t_p = 0,6 * t_c \quad (16)$$

Sendo:

$t_p$  = tempo de pico (min);

$t_c$  = tempo de concentração (min).

$$t_r = 1,67 * t_p \quad (17)$$

Sendo:

$t_r$  = tempo de recessão (min);

$t_p$  = tempo de pico (min).

$$t_m = \frac{t_d}{2} + t_p \quad (18)$$

Sendo:

$t_m$  = tempo de ascensão (min);

$t_d$  = tempo de duração (min);

$t_p$  = tempo de pico (min).



A determinação da vazão de projeto para a área estudada é feita através da sobreposição das vazões de pico unitárias para cada chuva efetiva, a vazão de projeto será representada pela vazão máxima do hidrograma de projeto obtido através da Equação 19.

$$Q_t = \sum_{i=1}^t P_{ef_i} * h_{t-i+1} \quad (19)$$

Sendo:

$Q_t$  = vazão (m<sup>3</sup>/s);

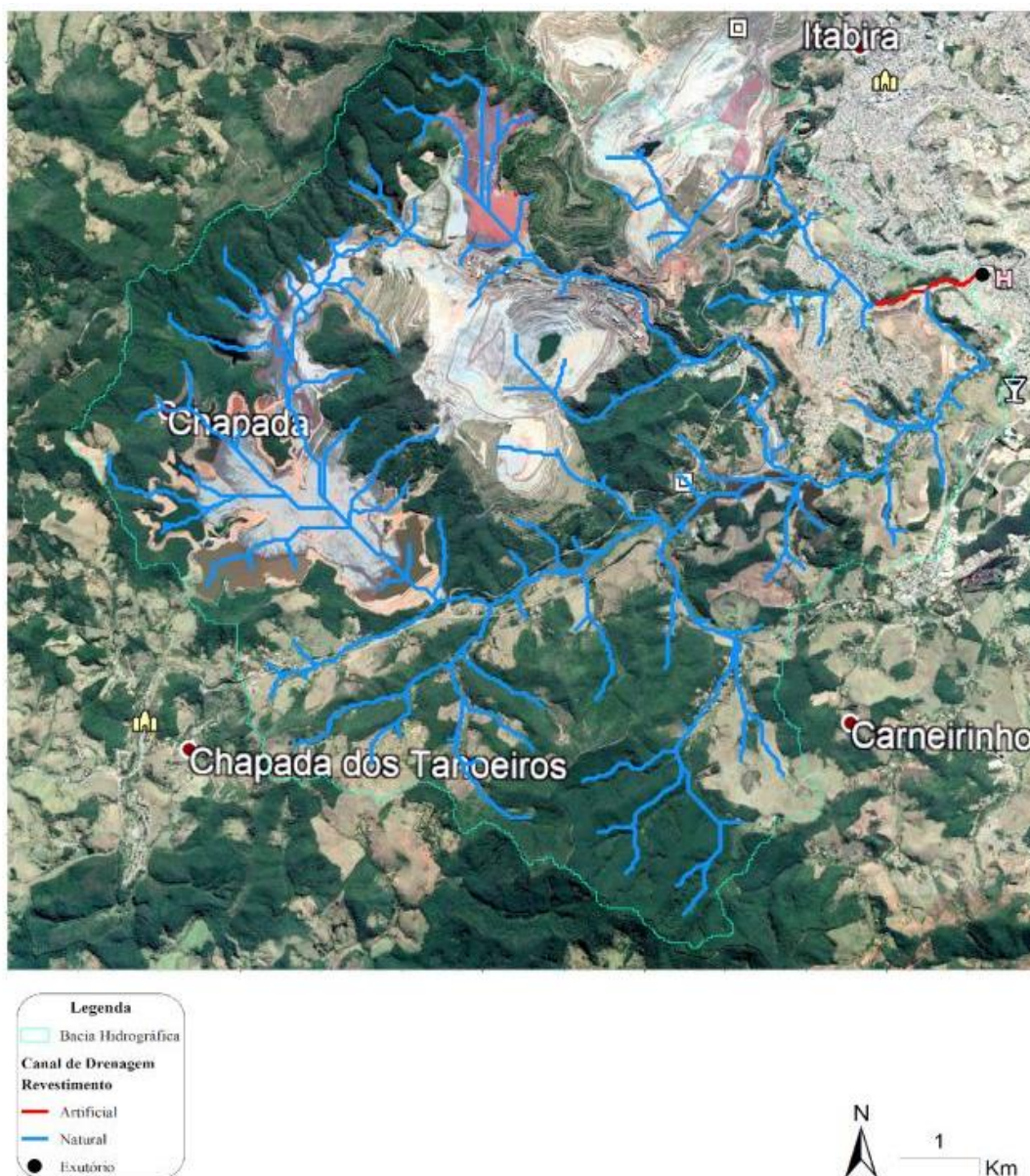
$P_{ef_i}$  = precipitação efetiva (mm);

$h$  = ordenadas do hidrograma unitário (m<sup>3</sup>/s mm<sup>-1</sup>).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

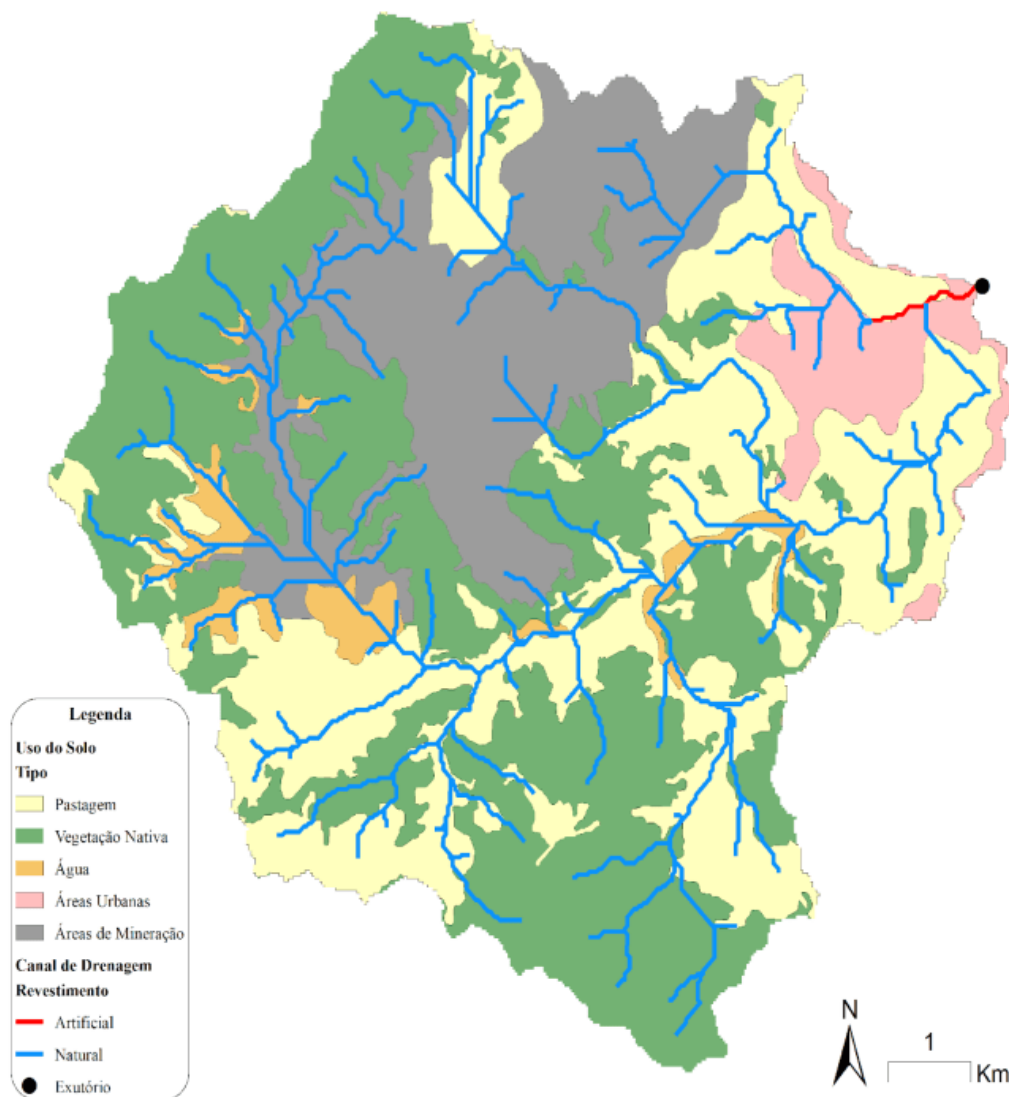
A delimitação da bacia hidrográfica resultou em uma área drenada de 81,89 km<sup>2</sup>. O talvegue possui 18 km de extensão, drenando desde a cota mais elevada da bacia situada aos 1290 metros de altitude até o exutório da bacia hidrográfica aos 690 metros de altitude, podendo ser observada genericamente na Figura 3, onde pode ser identificado o limite da bacia hidrográfica, os canais de drenagem e o canal de drenagem e a extensão do canal de drenagem construído.

O parecer técnico elaborado pela Prefeitura Municipal de Itabira afirma que a área de drenagem utilizada para o dimensionamento do empreendimento foi igual a 84,40 km<sup>2</sup> e vazão máxima calculada foi 93,70 m<sup>3</sup>/s, o resultado utilizado no empreendimento foi obtido através do *software* HEC-HMS *Hydrologic Modeling System*. Will (2017) afirma que este *software* possui uma grande gama de modelos matemáticos que transformam a chuva em vazão, obtendo resultados detalhados que podem ser utilizados para o dimensionamento de obras hidráulicas. A vazão máxima da bacia hidrográfica utilizada na obra do canal de drenagem foi determinada através do método *Soil Conservation Service* (SCS-CN) que é uma das possibilidades para o cálculo disponíveis no HEC-HMS.

**Figura 3:** Bacia hidrográfica delimitada

**Fonte:** Elaborado pelos autores por meio do *software* ArcGis (2021).

Os coeficientes de escoamento representam o grau de impermeabilização do solo, em bacias hidrográficas com múltiplos modos de uso e ocupação do solo como pode ser visto na Figura 4. O coeficiente aplicado no cálculo da vazão de projeto é obtido através da ponderação em função da área ocupada por cada modo e classe do solo.

**Figura 4:** Tipos de uso do solo na bacia hidrográfica

Fonte: Elaborado pelos autores por meio do *software* ArcGis (2021).

Os coeficientes de escoamento aplicados para cada método de cálculo utilizado neste trabalho podem ser observados na Tabela 3.

**Tabela 3:** Coeficientes C da bacia hidrográfica

Uso	Método Racional	Método SCS-CN	Método I-Pai Wu
	Coeficiente de Escoamento (C)	Curve Number (CN)	Coeficiente de Escoamento ( $c_2$ )
Pastagem	0,34	25	0,50
Vegetação Nativa	0,31	26	0,30
Água	1,0	100	0,80
Mineração	0,90	100	0,80
Urbana	0,90	100	0,80

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A consulta ao *software* Plúvio 2.1 resultou nos dados hidrológicos para o município de Itabira que são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4:** Dados hidrológicos de Itabira

<i>K</i>	1543,634
<i>a</i>	0,181
<i>b</i>	19,742
<i>c</i>	0,808

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

O método Racional foi utilizado visando avaliar se esse método realmente apresentaria resultados superestimados de vazão de projeto e seção transversal. Os resultados obtidos da aplicação deste método podem ser observados na Tabela 5.

**Tabela 5:** Resultados do método racional

Tempo de Concentração (min)	Tempo de Duração (min)	Coefficiente de Escoamento	Intensidade da Chuva (mm/h)	Área Drenada (Km <sup>2</sup> )	Vazão de Projeto (m <sup>3</sup> /s)
139,95	139,95	0,56	45,95	81,89	583,90

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A aplicação do método I-Pai-Wu resultou nos dados apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6:** Resultados Do Método I-Pai Wu

Tempo de Concentração (min)	Tempo de Duração (min)	Coefficiente de Escoamento	Coefficiente de Distribuição da Chuva	Intensidade da Chuva (mm/h)	Área Drenada (Km <sup>2</sup> )	Vazão de Projeto (m <sup>3</sup> /s)
139,95	139,95	0,34	0,87	45,95	81,89	222,73

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

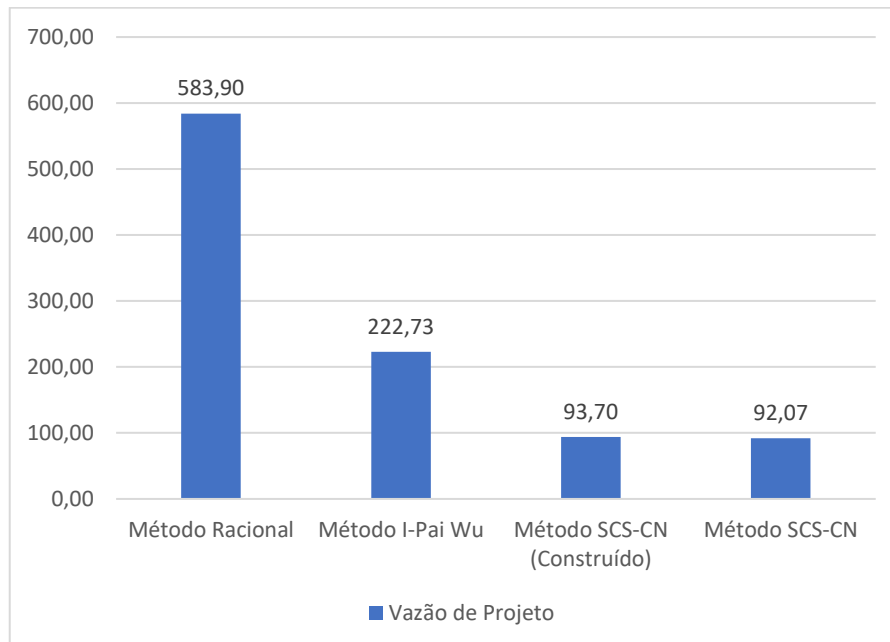
A aplicação do método SCS-CN é a mais recomendada para bacias hidrográficas com as características da área analisada neste trabalho. Os resultados obtidos na aplicação desta metodologia estão apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7:** Resultados do método SCS-CN

Tempo de Concentração (min)	Tempo de Duração (min)	Curve Number (CN)	Intensidade da Chuva (mm/h)	Precipitação Efetiva (mm)	Área Drenada (Km <sup>2</sup> )	Vazão de Projeto (m <sup>3</sup> /s)
139,95	18,6	47,45	45,95	7,74	81,89	92,07

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Os resultados demonstraram as restrições de cada metodologia de cálculo. O método racional realmente superestimou a vazão de projeto. Guimarães (2009) destaca que, quando aplicado no cálculo de vazões em bacias hidrográficas extensas, o método racional tende a superestimar os resultados e, conseqüentemente, majorar as dimensões dos dispositivos de drenagem. Portanto, ficou evidenciada a premissa prevista na bibliografia, de que esse método não deve ser utilizado para a determinação da vazão de projeto de bacias hidrográficas que superem seus limites de aplicação. O resultado obtido pelo método racional foi 162,15% superior ao resultado obtido no método I-Pai Wu e 534,19% superior ao resultado obtido no método SCS-CN. Esses dados podem ser observados no Gráfico 1.

**Gráfico 1:** Vazão de projeto (m<sup>3</sup>/s)

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A aplicação do método I-Pai Wu obteve um resultado inferior em relação à vazão de projeto obtida através do método racional. Entretanto, seu resultado ainda é distante do resultado obtido pelo método SCS, apresentado uma variação percentual de 141,91%.

O método SCS-CN foi utilizado para o dimensionamento do empreendimento. O resultado obtido por este trabalho se aproximou do resultado considerado no projeto. A diferença de 1,63 m<sup>3</sup>/s pode ser justificada pela diferença nas áreas de drenagem delimitadas. Essa variação, por sua vez, pode derivar de pequenas diferenças na utilização do *software* e do sistema de coordenadas geográficas empregado na delimitação da bacia hidrográfica. Embora ocorra tal variação entre métodos iguais, pode-se afirmar que isso não compromete de forma significativa o dimensionamento do dispositivo de drenagem analisado.

Utilizando as equações de dimensionamento de dispositivos de drenagens de Manning, as dimensões mínimas da drenagem para cada vazão de projeto estão apresentadas na Tabela 8.

**Tabela 8:** Seção transversal mínima

Método de Cálculo	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Largura (m)	Profundidade (m)	Área (m <sup>2</sup> )
Método SCS-CN (Construído)	93,70	7,15	3,30	24,64
Método Racional	583,90	10,00	9,26	92,60
Método I-Pai Wu	222,72	7,15	6,26	44,80
Método SCS-CN	92,07	7,15	3,17	22,67

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2021).

Como apresentado na Tabela 8, as dimensões atuais do canal de drenagem suportam a vazão obtida através do método SCS-CN. Já o método I-Pai Wu resultou em uma vazão que demanda dimensões superiores às dimensões construídas. O método Racional superestimou os valores de vazão e conseqüentemente as dimensões da seção transversal, confirmando que este método de cálculo não é aplicável para o dimensionamento de estruturas de drenagem em bacias hidrográficas com áreas superiores aos seus limites de aplicação.

Como resultado da aplicação do método I-Pai Wu, a vazão de projeto obtida é inferior a vazão obtida através do método racional. Embora seja recomendado para áreas entre 2 e 200km<sup>2</sup>, a seção transversal construída não suportaria a vazão calculada. Não se pode afirmar que esse método não é adequado, infere-se que este resultado seja mais favorável à segurança da estrutura.

O método SCS-CN foi o mesmo método utilizado na determinação da vazão de projeto do empreendimento construído, há pequena variação na vazão, porém quando

dimensionada a seção transversal necessária para transportar a vazão calculada, observa-se que as dimensões construídas superam as dimensões mínimas necessárias.

#### 4. CONCLUSÃO

O presente artigo se propôs a analisar as características da bacia hidrográfica localizada no município de Itabira/MG e como seria o desempenho de diferentes métodos de cálculo de vazão de projeto e se as atuais dimensões da drenagem seriam suficientes para atender a esses resultados. Como demonstrado ao longo do artigo, todos os métodos possuem limitações de aplicação. Testado fora de seu limite de aplicação, o método Racional apresentou resultados superestimados em comparação com os demais métodos de dimensionamento utilizados para a elaboração deste artigo, demonstrando-se inviável para a área estudada. Os aprimoramentos contidos no método I-Pai Wu foram capazes de fornecer um resultado inferior ao método racional, porém a seção transversal mínima é superior à seção construída com base em cálculos feitos através do método SCS-CN. As duas metodologias foram aplicadas dentro de seus limites de aplicação e esta deve levar em consideração o nível de detalhamento do projeto, em que se pode escolher entre um resultado mais economicamente viável ou outro que favoreça a segurança da estrutura.

Por fim o método SCS-CN consistiu em uma comparação entre o modelo de cálculo utilizado pelo *software* HEC-HMS e o *software* desenvolvido para este trabalho. Os resultados próximos e a seção mínima necessária compatível com a seção construída mostram que este método adota a seção mais economicamente viável.

O modelo computacional desenvolvido demonstra a importância da aplicação de conhecimentos para otimização do dimensionamento de obras de engenharia. Tal ferramenta tornou o processamento dos dados mais eficiente e possibilitou a simulação mais precisa do dimensionamento da seção transversal, podendo ser aplicada na definição da vazão de projeto de outras bacias hidrográficas e no dimensionamento da seção transversal de forma detalhada.

Portanto, consideradas as limitações encontradas para a consulta de documentos descrevendo o processo de dimensionamento do canal de drenagem, verifica-se que as etapas necessárias para a aplicação dos métodos de cálculo de vazão de projeto para bacias hidrográficas e dimensionamento de canal de drenagem apresentam resultados coerentes com as limitações de cada metodologia. Para trabalhos futuros, sugere-se a avaliação de

como é o comportamento da vazão de projeto diante de modificações no uso e ocupação do solo, tornando o comportamento da bacia hidrográfica mais previsível para o dimensionamento de estruturas de drenagem em face do crescimento urbano regulamentado por instrumentos legais, como os Planos Diretores e Leis de Uso e Ocupação dos Solos.

## REFERÊNCIAS

BAPTISTA, Márcio Benedito; CARDOSO, Adriana Sales. Rios e cidades: uma longa e sinuosa história. **Revista da Universidade Federal de Minas Gerais**, v. 20, n. 2, p. 124-153, 2013.

BENINI, Rubens de Miranda; MARTIOLI, Cid; MENDIONDO, Eduardo Mario. Uso de SIG Associado ao Método Racional para Previsão de Vazões na Bacia do Córrego do Mineirinho, São Carlos-SP. In: III Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste, Goiânia-GO. **Anais...** Porto Alegre; São Paulo: ABRH-Acquacon, 2004. v. 1. p. 1-10, 2004.

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas**. Brasília: SNIS/MDR, 2021.

COLLISCHONN, Walter, DORNELLES, Fernando. **Hidrologia Para Engenharia e Ciências Ambientais**. Porto Alegre: Editora ABRH, 2013.

CORDEIRO, Tárík Silveira; ABREU, Hendiel Aparecida de; SILVA, Priscila Rhayane da; MULLER, Rayner Felipe Maciel; ALVARENGA, Daiane Fernandes; PORTILHO, Douglas Barbosa; CORDEIRO, Juni; CORDEIRO, José Luiz. Análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Candidópolis, Itabira (MG). **Research, Society and Development**, v. 8, nº. 1, p. 1-18, 2019.

COSTA, João Carlos Teixeira da; DINIZ, Denise Maciel De Almeida. Dimensionamento de sistema de drenagem pluvial em marquise de concreto por meio de modelagem computacional e aplicação da NBR 10844/1989. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 10925-10943, 2020.

CUNHA, Stéphanie Fernandes; SILVA, Francisco Eustáquio Oliveira e; MOTA, Tainá Ulhoa; PINHEIRO, Mário Cicareli. Avaliação da acurácia dos métodos do SCS para cálculo da precipitação efetiva e hidrogramas de cheia. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 4, p. 837-848, 2015.

FERNANDEZ, Oscar Vicente Quinonez. Análise morfométrica e simulações da vazão máxima no rio Bandeira e afluentes, município de Campo Bonito, oeste do estado do Paraná – sul do Brasil. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 101, p. 62-80, 2019.

FREITAS, Ernani Cesar de.; PRODANOV, Cleber Cristiano. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade FEEVALE, 2013.



GAROTTI, Leonardo Monteiro; BARBASSA, Ademir Paceli. Estimativa de área impermeabilizada diretamente conectada e sua utilização como coeficiente de escoamento superficial. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 15, n. 1, p. 19-28, 2010.

GUIMARÃES, Renato Castelo. **Comparação entre duas metodologias de cálculo e propagação de vazões em coletores de redes de drenagem urbana: o método racional e equações de Saint-Venant**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – área de concentração: Saneamento Ambiental) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/3673>. Acesso em: 11 abr. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais**. Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/itabira.html?>. Acesso em: 10 de abr. 2021.

ITABIRA (MG). Processo nº 08364/2018. Protocolo nº 852390/2018. **Parecer Técnico: Água Superficial**. Itabira, ano 18, p. 12, 17 dez. 2018.

MENEZES, Estera Muszkat; SILVA, Edna Lúcia da. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4. ed. Revista Atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

NASCIMENTO, Yuri Dos Santos; JESUS, Janisson Batista de. Relações intensidade-duração-frequência de precipitações para o município de Tucano, Bahia. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 4, p. 302-306, 2017.

NETTO, José Martiniano de Azevedo; FERNANDEZ, Miguel Fernandez y; ARAÚJO, Roberto de; ITO, Acácio Eiji. **Manual de Hidráulica**. 8. ed. atualizada. São Paulo: Editora Blucher, 2007.

PAULINO, Paloma Fernandes. **Estudo sobre a sensibilidade dos parâmetros do método SCS na determinação de hidrogramas de cheia em bacias urbanas**. Dissertação (Mestrado em Ciências: Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Universidade de São Paulo, São Carlos-SP, 2014.

PINTO, Nelson L. de Souza; HOLTZ, Antonio Carlos Tatit; MARTINS, José Augusto; GOMIDE, Francisco Luiz Sibut. **Hidrologia básica**. São Paulo: Editora Blucher, 2008.

PORTO ALEGRE, Departamento de Esgotos Pluviais. **Plano Diretor De Drenagem Urbana**. Manual De Drenagem Urbana, Volume VI, 2005.

RAMOS, Carlos Lloret; BARROS, Mário Thadeu Leme de; PALOS, José Carlos Francisco. **Diretrizes Básicas para projetos de Drenagem Urbana**. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo, 1999.

SÃO PAULO, Secretaria De Vias Públicas. **DP-H06: Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológico – Método de “I-PAI-WU”**. São Paulo, 1999.

SÃO PAULO, Secretaria de Estado de Energia. **Recursos Hídricos e Saneamento**. São Paulo: Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), 2005.

SÃO PAULO, Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais** – aspectos tecnológicos: fundamentos. São Paulo, 2012.

SCHLICKMANN, Ronei de Lima; BACK, Álvaro José. Avaliação de métodos de estimativa de vazão máxima para dimensionamento de bueiros. **Revista Técnico-Científica de Engenharia Civil Unesc-CIVILTEC**, v. 3, n. 1, p. 1-16, 2020.

SOARES, Marcia Regina Gomes de Jesus; FIORI, Chisato Oka; SILVEIRA, Claudinei Taborda da; KAVISKI, Eloy. Eficiência do Método Curve Number de Retenção de Águas Pluviais. **Mercator**, Fortaleza, v. 16, p. 1-16, 2017. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S198422012017000100201&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198422012017000100201&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 11 abr. 2021.

STEFFEN, Jorge Luiz; RONDON, Manoel Afonso Costa. Determinação da vazão de projeto em bacias urbanas. *In: Anais do XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Porto Alegre–RS. 2000.

TOMAZ, Plínio. **Cálculos hidrológicos hidráulicos para obras municipais**. 2. ed. São Paulo: Editora Navegar, 2002.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; ABRH, 2009.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Gestão da drenagem urbana. **Textos para Discussão**. CEPAL/IPEA, Brasília, n.º. 48, 50 p., 2012.

WILL, Robson. **Aplicação do HEC-HMS como contribuição ao estudo dos aportes hídricos na Lagoa da Conceição gerados pelo rio João Gualberto**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

YOGI, Fernando. **Parâmetros de estudo em vazão de projeto para renovação de outorga de barramento**. 2018. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade na Gestão Ambiental) - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/10495>. Acesso em: 11 abr. 2021.



## Análise da viabilidade técnica e econômica entre os sistemas construtivos *Light Steel Framing* e alvenaria estrutural em habitação de interesse social

Nathália Larissa Silva Madeira<sup>1</sup>

Letícia Maria Venâncio Rezende<sup>2</sup>

Ladir Antonio Silva Junior<sup>3</sup>

### RESUMO

Neste artigo é apresentada uma análise da viabilidade técnica e econômica entre os sistemas construtivos em alvenaria estrutural e *Light Steel Framing* (LSF), com o intuito de avaliar qual o melhor sistema para construções de residências unifamiliares. Tem-se como base para o estudo de caso o projeto padrão da Caixa Econômica Federal em alvenaria estrutural, já para LSF foi utilizado o projeto apresentado por Penna (2009). Utilizou-se como base a tabela SINAPI, que apresenta as especificações do custo dos materiais, mão de obra e índice de produtividade, para execução dos orçamentos e cronogramas. Em relação as etapas referentes a estrutura e vedação dos dois sistemas construtivos, notou-se que o projeto em LSF possui vantagens em relação ao custo. Já em relação a viabilidade técnica, o projeto em LSF é o mais bem avaliado, decorrente da rápida execução e baixa geração de resíduos. Assim, considerando os resultados obtidos neste artigo o sistema LSF pode ajudar a diminuir os índices do déficit habitacional no país, uma vez que a redução de tempo na execução pode chegar a 57% se comparado com a alvenaria estrutural, podendo ser construído com maior agilidade, permitindo a construção em grande escala.

**Palavras-chave:** Programas de Interesse Social. Déficit Habitacional. Cronograma. Orçamento.

<sup>1</sup>Graduada em Engenharia de Civil pela Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: madeiraengenharia@gmail.com.

<sup>2</sup>Graduada em Engenharia de Civil pela Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: leticia.0615830@discente.uemg.br.

<sup>3</sup>Graduado e Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa – UFV. É engenheiro na Progettari – Engenharia & Arquitetura e também é professor e pesquisador da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade João Monlevade, MG, Brasil. E-mail: ladir.jr@gmail.com.

***Analysis of technical and economic feasibility between  
Light Steel Framing and structural masonry construction  
systems in social housing***

**ABSTRACT**

*This paper presents an analysis of the technical and economic feasibility between structural masonry and Light Steel Framing (LSF) construction systems, with the intent of evaluating which system is best for single-family home construction. For the case study the standard project of the Caixa Econômica Federal in structural masonry was used as a basis, while for SFS the project presented by Penna (2009) was used. The SINAPI table was used as a base, which presents the specifications of the cost of materials, labor and productivity index, to execute the budgets and schedules. In relation to the structure and sealing stages of the two building systems, it was noted that the LSF has advantages in relation to cost. Regarding technical feasibility, the LSF project is the best evaluated, due to its fast execution and low waste generation. Thus, the LSF system can help reduce the housing deficit in the country, since the reduction in execution time can reach 57% when compared to structural masonry, and it can be built with greater agility, allowing large-scale construction.*

**Keywords:** *Social Interest Programs. Housing Deficit. Schedule. Budget.*

Artigo recebido em: 19/04/2022

Aceito em: 21/06/2022

## 1. INTRODUÇÃO

Com o atual cenário mundial, observa-se que o resultado da pandemia devido ao COVID-19 revelou ainda mais a desigualdade social vivenciada pelos brasileiros. Em nota técnica disponibilizada pela equipe do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas, foi demonstrado que as regiões periféricas estão mais vulneráveis a contaminação pelo vírus, devido às condições de moradia (TONUCCI FILHO, 2020).

Sobre o déficit habitacional no Brasil, de acordo com a última pesquisa realizada pela Fundação João Pinheiro (2018), produzida com base na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), cerca de 2 milhões de domicílios encontravam-se em situações de coabitação familiar e mais de 1 milhão em adensamento excessivo. Ainda segundo as pesquisas, o déficit habitacional chega a mais de 6 milhões de domicílios no país, concluindo a necessidade de investimento em programas habitacionais em todo território nacional.

O Governo Federal, pelo Ministério do Desenvolvimento Regional, com o intuito de facilitar o financiamento de moradias para famílias de baixa renda e melhorar as condições das já existentes, lançou em 15 de agosto de 2020, o programa de habitação popular chamado “Casa Verde e Amarela”, que substituiu o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), existente desde o ano de 2009. Sendo que, os dois programas são projetos de habitação que facilitam o acesso à moradia com subsídios e financiamento imobiliário, ainda assim existem algumas diferenças entre os dois.

Em relação à modalidade de financiamento, a principal mudança entre os programas habitacionais promovidos pelo governo federal foi a incidência de juros desde a faixa de renda mais baixa do Casa Verde e Amarela. No PMCMV as famílias com renda de até R\$ 1,8 mil realizavam seus financiamentos sem a incidência de juros. Agora no Casa Verde Amarela, esta faixa de renda arca com uma taxa na média de 4,25% no valor total do financiamento. Outra diferença são as modalidades de atendimento dos dois programas, enquanto o PMCMV tinha apenas a modalidade voltada para produção habitacional, o Casa Verde e Amarela atua com diversas modalidades, como a regularização fundiária, melhorias e reformas e também a produção habitacional.

Vale ressaltar que, na atualização do programa nacional habitacional (PMCMV para Casa Verde e Amarela), o caráter de fomento às construções de Habitações de Interesse

Social (HIS) foi retirado. Sendo que a principal característica do Programa Casa Verde e Amarela é no financiamento e não no fomento de novas construções.

Ainda assim, de acordo com estudos já realizados, em qualquer tempo, caso toda a demanda pudesse ser atendida com a oferta de novas unidades habitacionais, o déficit tenderia a se manter constante em termos absolutos, dada a existência de descompasso entre o fluxo de demanda e oferta de novas habitações. Por isso, é de extrema importância, a capacitação do segmento habitacional da construção civil, além de outros fatores, que ajudará para o atendimento efetivo desse fluxo de demanda (FGV, 2018).

O *Light Steel Framing* surgiu no início do século XIX, dada a necessidade da utilização de métodos de construção rápidos e produtivos, para atender ao grande crescimento da população (CRASTO, 2005). Por ser um sistema construtivo industrializado, com alto padrão de qualidade e tecnologia avançada, permite maior precisão dimensional e melhor desempenho. Além da economia de espaço no canteiro de obra para armazenamento de matérias, é considerado um sistema construtivo limpo e 100% reciclável, reduz a geração de entulhos e rejeitos. Gerando menos desperdícios, redução de mão-de-obra, menor tempo de execução permitindo trabalhar em diversas frentes de serviços simultaneamente, entre várias outras vantagens (CORTEZ *et al.*, 2017).

No Brasil o sistema de LSF ainda sofre desvantagens como a falta de mão de obra especializada, porém atualmente existem treinamentos completos do sistema disponíveis no mercado, o que ajuda o sistema a evoluir. De acordo com a pesquisa “Cenário dos Fabricantes de Perfil Galvanizados para *Light Steel Frame*” realizada pela Associação Brasileira da Construção Metálica (ABCEM, 2021), apontou um crescimento de 26,4% na produção no setor em relação a 2019. As 37 empresas participantes da pesquisa apresentaram um faturamento de R\$ 743 milhões de reais, com crescimento de 72,8% em relação ao ano anterior. Os fabricantes apresentaram dificuldades internas que interferem no crescimento da empresa, como a qualificação do corpo técnico, melhoria de processos internos, além da aprimoração do marketing, já que muitos ainda não tem conhecimento sobre este mercado. E como fatores externos, tem o custo da matéria-prima. Entretanto, apesar das dificuldades a maioria dos fabricantes se mostraram otimistas, acreditando em um crescimento de mercado a ser refletido em 2022.

Mais um ponto que pode ser considerado como uma desvantagem ao sistema de LSF é a resistência que o mercado impõe às mudanças. Infelizmente, as pessoas ainda têm certo preconceito, medo ou mesmo resistência no que diz respeito a inovações, ou algo que fuja

do método tradicional, por se sentirem inseguras em relação a novos métodos (FARIAS, 2013).

A alvenaria estrutural teve seu primeiro marco como um sistema construtivo na Suíça em 1951, ao qual foi construído um edifício de 18 pavimentos sem armações, devido à escassez de concreto e aço provocada pela Segunda Guerra Mundial. Desde então, estudos e inovações tecnológicas nessa área se intensificaram (MOHAMAD *et al.*, 2015). A alvenaria estrutural pode ser descrita como um sistema elaborado para resistir não só seu peso próprio, como é o caso da alvenaria convencional, mas todo o carregamento da edificação, sendo então, capaz de eliminar o uso de vigas e pilares na edificação (KALIL, 2007). De acordo com Silva Júnior *et al.* (2018) a economia pode chegar a 27%, se comparado ao sistema convencional de concreto armado, devido a redução do uso de concreto, formas e aço, mão-de-obra em carpintaria e ferraria, redução de desperdício e de revestimento. Devido aos fatores citados anteriormente a obra também se torna mais rápida, limpa e segura.

Apesar de distintos, os sistemas construtivos em LSF e alvenaria estrutural possuem aspectos construtivos bem semelhantes, como a redução de mão de obra e materiais, diminuição no prazo de entrega, redução de custos, menor impacto ambiental, entre outras economias se comparado ao método tradicional.

Levando em consideração as características técnicas e econômicas dos dois sistemas construtivos, este estudo tem o objetivo geral de analisar, em um estudo de caso comparativo, qual o melhor método a ser utilizado para o sistema de estrutura e vedação de casas destinadas a Habitações de Interesse Social (HIS), vale ressaltar que todo o estudo foi feito com base em dados do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV). Como objetivo específico, apresentar, de forma geral, os dois sistemas construtivos em estudo, abordando seus principais pontos positivos, fazer o orçamento e cronograma das etapas de ambos sistemas; e por fim realizar o estudo da viabilidade técnica e econômica entre os sistemas construtivos, através de uma comparação entre os resultados obtidos no orçamento e cronograma.

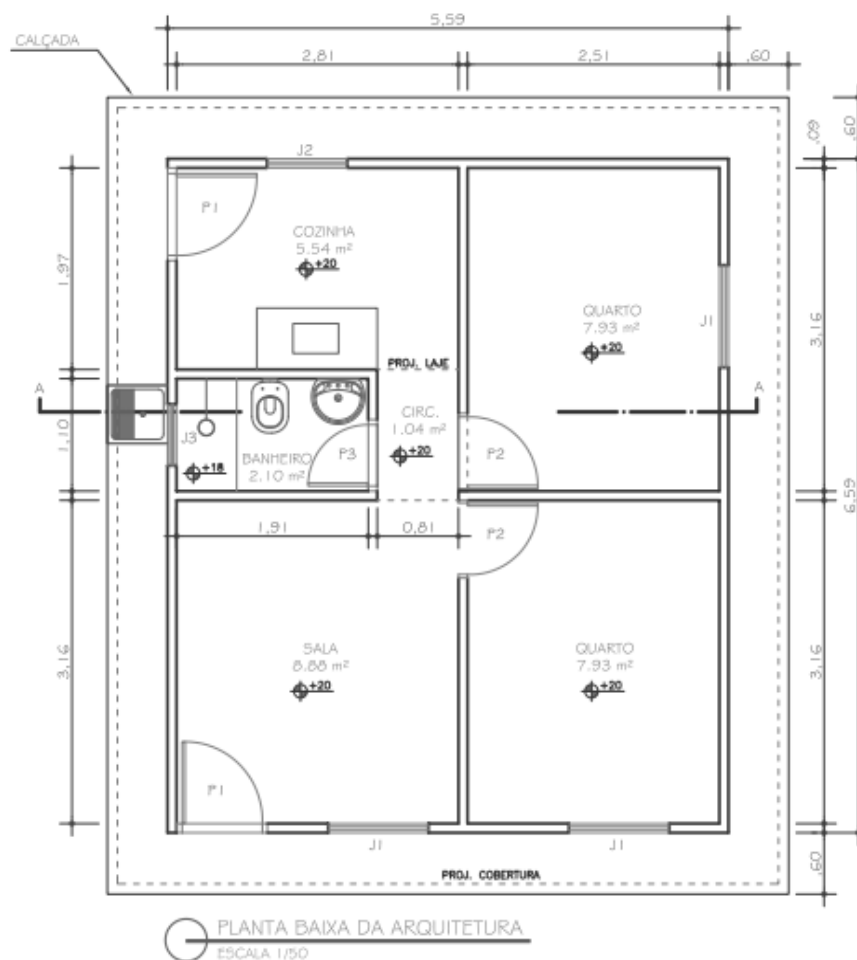
Este estudo comparativo foi obtido através de uma pesquisa que possui natureza aplicada, com objetivos exploratórios, uma abordagem qualitativa e quantitativa, possuindo procedimentos técnicos de estudo de caso.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo inicia-se com a escolha de dois sistemas construtivos e a apresentação de suas principais vantagens, que norteou a investigação para os resultados desta pesquisa. Nesta primeira etapa, foi feita utilizando de pesquisas relacionadas às referências bibliográficas. Vale ressaltar que este estudo não leva em consideração quesitos como a capacidade técnica das construtoras e qualificação de mão de obra.

Como segunda etapa, foi escolhido dois projetos distintos, o primeiro projeto em alvenaria estrutural é referente ao projeto padrão para casas destinadas a Habitações de Interesse Social (HIS) da Caixa Econômica Federal (CEF) disponibilizado pelo Caderno da Caixa (2006). Na Figura 1 está representada a planta baixa deste projeto que possui área construída de 36,84 m<sup>2</sup>, composto por sala, cozinha, um banheiro, dois quartos e área de serviço externa.

**Figura 1:** Planta Baixa do Projeto Arquitetônico em Alvenaria Estrutural

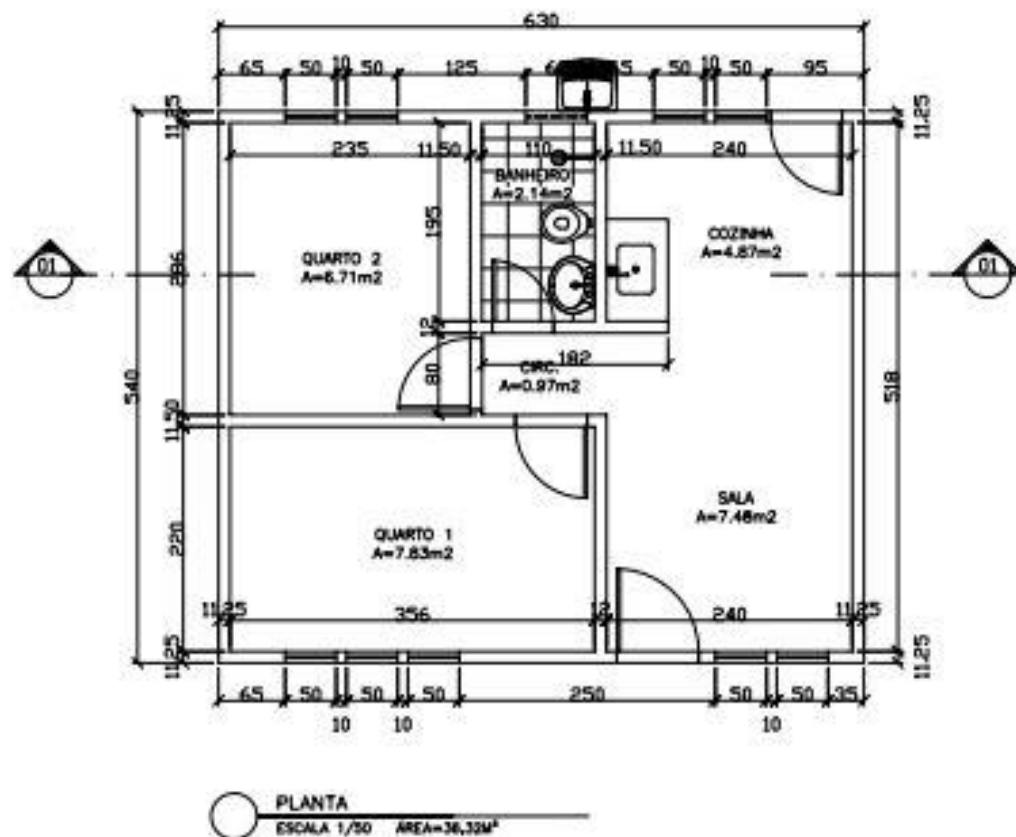


Fonte: CEF, 2006.



Como referência para o segundo projeto, em *Light Steel Framing*, foi utilizado o projeto adaptado para residências unifamiliares para habitação de interesse social, retirado da dissertação do autor Penna (2009), ao qual o autor fez uma adaptação do projeto com o objetivo de atender todas as exigências necessárias para aprovação no programa social. Vale ressaltar que o protótipo do projeto foi construído e apresentado na Feira Expo Construção Minas de 2008, realizada no Parque de Exposições da Gameleira, em Belo Horizonte, MG. O protótipo cujo projeto arquitetônico está apresentado na Figura 2, possuía área construída de 34,02 m<sup>2</sup>, e assim como o projeto em alvenaria estrutural, também possui sala, cozinha, um banheiro, dois quartos e área de serviço externa.

**Figura 2:** Planta Baixa do Projeto Arquitetônico em *Light Steel Framing*



Fonte: Adaptado de Penna, 2009.

Para o sistema construtivo em alvenaria estrutural foi adotada fundação direta composta por vigas baldrame assentadas sob lastro de concreto magro de 5 cm de espessura, executadas com blocos de concreto tipo calha (14x19x39 cm) na primeira fiada e blocos de concreto (14x19x39 cm) na segunda, cheios de concreto estrutural de 30 MPa e duas barras de aço de 8 mm. Os blocos, ainda, devem ser consolidados por grampos metálicos de 8 mm e as vigas, após concluídas, devem receber pintura impermeabilizante em duas demãos.

A alvenaria é composta por blocos de concreto (9x19x39 cm) conforme projeto de paginação das paredes. Junto aos vãos das janelas é executado contra-vergas com blocos de concreto tipo calha (9x19x39 cm) cheios com concreto estrutural de 20 MPa e duas barras de aço de 5 mm. As mesmas especificações se aplicam para os vãos das portas. As janelas foram projetadas para estarem com o vão superior junto à viga de travamento, economizando a colocação de verga. Na última fiada de alvenaria é executado vigas de travamento constituídas por blocos de concreto tipo calha (9x19x19 cm), cheios de concreto estrutural de 20 MPa e duas barras de aço de 5 mm.

O projeto conta com uma laje pré-moldada para forro no banheiro e área de circulação, espessura de 8 cm, com lajotas e capa de concreto estrutural de 20 MPa, espessura de 3 cm. No restante da edificação foi considerado forro de gesso em *drywall*. A cobertura compõe-se por telhas cerâmicas tipo plan em duas águas, conforme projeto, assentadas em trama de madeira composta por ripas, caibros e terças, apoiada na alvenaria.

Para o revestimento das paredes internas, as áreas molhadas recebem chapisco e emboço enquanto as demais recebem aplicação de gesso desempenado. Já as paredes externas recebem chapisco e reboco. A execução de instalações elétricas, hidráulicas, de esquadrias, pinturas e revestimento de piso não são consideradas no estudo.

A fundação utilizada para o projeto em *Light Steel Framing* é um radier composto por lastro de material granular de 5cm de espessura, tela de aço CA-50 de 8 mm e concreto estrutural de 30 MPa, com espessura de 10 cm. Este tipo de fundação permite maior rapidez de montagem em série de casas, ideal para o tipo de construção abordado. Para a estrutura da edificação utiliza-se perfis montantes e perfis guias em aço galvanizado de 90x40 mm (LxC), espessura de 0,5 mm.

O sistema de vedação interna é realizado por placas de gesso acartonado standard (ST) de 1200x2400 mm (LxC) e espessura de 12,5 mm para as áreas secas e placas de gesso acartonado resistentes a umidade (RU) de 1200x2400 mm (LxC) e espessura de 12,5 mm para as áreas molhadas. A vedação externa é composta por placas cimentícias lisas de 1200x3000 mm (LxC) e espessura de 10 mm.

Utilizou-se uma malha arquitetônica de 600x600 mm para possibilitar aproveitamento total dos materiais de fechamento. Para o tratamento das juntas utiliza-se de fita de papel microperfurado aplicado com massa de rejunte em pó a base de gesso para as placas internas e com massa cimentícia para as placas externas. O isolamento acústico é realizado com aplicação de lã de vidro de 1200x600 mm, espessura de 50 mm, em todas as

paredes. A cobertura é feita com trama de aço composta por ripas, caibros e terças, em duas águas, apoiada nas paredes, telha cerâmica tipo plan e forro de gesso em todos os ambientes.

Para o revestimento, as paredes internas dos ambientes secos são preparadas com uma demão de textura acrílica e nas paredes externas é realizado estucamento. As paredes de áreas molhadas não necessitam de nenhum tipo de massa uma vez que, as cerâmicas podem ser assentadas diretamente com argamassa.

Apesar de serem distintos, os projetos possuem características padrões, a fim de atender as exigências dos órgãos competentes, e serem aprovados pelo programa social. Vale ressaltar que para aprovação e construção de um projeto de edificação, que será financiado pela Caixa Econômica Federal através de programas habitacionais, são necessárias aprovações em dois órgãos, sendo eles a Prefeitura Municipal da cidade onde será executado e a Caixa Econômica Federal (CEF).

A terceira etapa refere-se ao desenvolvimento de uma simulação dos custos diretos das obras, levando em consideração os materiais, mão-de-obra e equipamentos necessário para a execução do sistema de estrutura e vedação, dos dois métodos construtivos abordados. Para o levantamento quantitativo dos dados foi necessário fazer algumas adaptações em relação aos itens dos orçamentos em estudo, com a intenção de tornar a análise mais fiel possível, e obter os melhores resultados. Como base de valores para o desenvolvimento destes custos, foram utilizadas as tabelas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI, 2022). Essas tabelas são elaboradas pela Caixa Econômica Federal, levando em consideração a variação dos valores de serviços e insumos de cada região do país, com valores médios para cada estado. Para este estudo em questão, foram utilizadas as tabelas do estado de Minas Gerais, emitidas em maio de 2022.

Além da elaboração do custo, foi realizado o cronograma, utilizando da mesma fonte citada na etapa anterior como referência de valores de tempo de execução versus atividade. Por fim, foi analisado e feito a comparação de todos os dados obtidos, e apresentado esses resultados com uma discussão que leva ao melhor sistema a ser utilizado na construção de HIS.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Orçamento

O orçamento é composto por itens de serviços com embasamento aos itens do Sistema Nacional de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), referentes ao mês de maio de 2022. Estão inclusos no orçamento apresentado os valores dos materiais, mão de obra, equipamentos e encargos sobre o preço da mão de obra. Nas Tabelas 1 e 2 estão representados os custos diretos das etapas de fundação, supra estrutura, forro, cobertura e revestimento, e seus respectivos percentuais. A planilha detalhada encontra-se anexada nos apêndices C e D. As demais etapas complementares ao projeto tendem a ter o mesmo custo para ambos os sistemas, sendo assim, foram desconsideradas no orçamento, uma vez que não fazem parte do objetivo de estudo desta pesquisa.

**Tabela 1:** Custos Diretos – Alvenaria Estrutural

ORÇAMENTO ALVENARIA ESTRUTURAL			
ITEM	DESCRIÇÃO	CUSTO TOTAL	PERCENTUAL
1	FUNDAÇÃO DIRETA - BALDRAME	R\$ 6.663,90	20%
2	SUPRA ESTRUTURA	R\$ 8.387,07	25%
3	FORRO E COBERTURA	R\$ 11.815,11	35%
4	REVESTIMENTO	R\$ 7.251,18	21%
<b>CUSTO TOTAL – ESTRUTURA E VEDAÇÃO</b>		R\$ 34.117,26	100%

Fonte: Autoria própria, 2022.

**Tabela 2:** Custos Diretos – *Light Steel Framing*

ORÇAMENTO ALVENARIA ESTRUTURAL			
ITEM	DESCRIÇÃO	CUSTO TOTAL	PERCENTUAL
1	FUNDAÇÃO DIRETA - RADIER	R\$ 5.216,10	17%
2	SUPRA ESTRUTURA	R\$ 11.287,05	37%
3	FORRO E COBERTURA	R\$ 12.000,06	40%
4	REVESTIMENTO	R\$ 1.784,16	6%
<b>CUSTO TOTAL – ESTRUTURA E VEDAÇÃO</b>		R\$ 30.287,37	100%

Fonte: Autoria própria, 2022.

De acordo com os resultados, o forro e cobertura é a etapa que tem o maior custo em

ambos sistemas, representando 35% no projeto em alvenaria estrutural e 40% no em LSF. Sendo que, a etapa de fundação, é a que possui menor custo no sistema em AE e a etapa de revestimento representa o menor percentual no sistema em LSF, sendo os percentuais 20% e 6% respectivamente.

Em relação ao custo de cada etapa por metro quadrado, a Tabela 3 mostra que a etapa de fundação no projeto em alvenaria estrutural é de 18,0% maior que a do outro sistema. Já o revestimento para o sistema em *Light Steel Framing* é 275,3% mais econômico quando comparado ao sistema em alvenaria estrutural. Sendo que, em relação ao custo total, por metros quadrados construídos, a economia é de 4,00% para o sistema em *Light Steel Framing*.

**Tabela 3:** Custo das etapas por metro quadrado

CUSTO POR METRO QUADRADO					
ITEM	DESCRIÇÃO	AE (36,84 m <sup>2</sup> )	LSF (34,02 m <sup>2</sup> )	DIFERENÇA	DIFERENÇA PERCENTUAL*
1	FUNDAÇÃO	R\$ 180,89	R\$ 153,32	R\$ 27,56	18,0%
2	SUPRA ESTRUTURA	R\$ 227,66	R\$ 331,78	R\$ 104,11	45,7%
3	FORRO E COBERTURA	R\$ 320,71	R\$ 352,74	R\$ 32,02	10,0%
4	REVESTIMENTO	R\$ 196,83	R\$ 52,44	R\$ 144,38	275,3%
<b>TOTAL</b>		R\$ 926,09	R\$ 890,28	R\$ 35,81	4,0%

\*A diferença de percentual foi calculada sempre do maior valor para o menor.

**Fonte:** Autoria própria, 2022.

### 3.2 Cronograma

Para a elaboração do cronograma físico, foi considerado para cada etapa da construção, um profissional por especialização e um ajudante para cada profissional especializado. A fim de considerar o mínimo de mão de obra em ambos sistemas construtivos, para obter o tempo máximo necessário para finalização da obra em ambos sistemas.

Nas Figuras 3 e 4 são apresentados os resumos do cronograma físico dos dois sistemas construtivos, onde os cronogramas completos são apresentados nos Apêndices A e B. Vale ressaltar que para o cálculo do tempo, o índice de produtividade considerado para cada profissional em relação a cada atividade, foi retirado da Tabela SINAPI (2022), sendo considerado uma jornada de trabalho de 8 horas diária, e duas folgas semanais.



alvenaria estrutural, uma diferença de mais da metade do tempo, o que pode ser uma vantagem para construções em grande escala. Já o forro e a cobertura representando a mesma quantidade de tempo em ambos os sistemas construtivos.

Vale a pena ressaltar que as tabelas do SINAPI (2022) não levam em conta o custo e o tempo de treinamento da mão de obra. Bem como, o fato do sistema construtivo em alvenaria estrutural ser um sistema mais bem difundido do que o LSF, o custo e o tempo para o treinamento da equipe de mão de obra tende a ser menor. Sendo que, tais fatores não foram considerados para a elaboração dos resultados desta pesquisa.

Ademais, como relatado na introdução deste artigo, o sistema construtivo em LSF está em amplo crescimento, com um crescimento do setor de 26,4% entre 2020 e 2019 (ABCEM, 2021). Desta maneira, o custo e o tempo gasto com o treinamento da mão de obra tende diminuir ao longo dos anos.

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos são consistentes e satisfatórios quando confrontados pelos objetivos propostos por este estudo, uma vez que foi possível concluir qual o método mais viável nos quesitos custo e tempo.

A partir do estudo realizado, observa-se que os sistemas construtivos de alvenaria estrutural e de *Light Steel Framing* apresentam diferenças, tanto no método de construção, como nos materiais empregados que interferem, gerando vantagens e desvantagens em termos de custos. Quando comparado os custos entre os dois sistemas, pode-se perceber que o sistema em alvenaria estrutural tem maior custo na etapa de fundação, em relação ao LSF, com uma diferença de R\$ 27,56 por m<sup>2</sup>. Tal tendência também ocorre na etapa de revestimento, com diferença igual a R\$ 144,38 por m<sup>2</sup>. Já para as etapas de supra estrutura e de cobertura, o LSF possui um custo maior quando comparado à AE, com uma diferença de preço por m<sup>2</sup> de R\$ 104,11 e R\$ 32,02, respectivamente. Tal fato está relacionado à utilização do aço, material que possui nível alto de industrialização e ainda não é tão acessível no mercado em comparação a outros materiais.

Em relação às técnicas construtivas, esta pesquisa mostrou que o sistema de *Light Steel Framing* apresenta vantagens quanto ao tempo de execução. Além disso, é sabido que tal sistema também possui vantagens relacionadas com a redução de manutenções, baixa geração de resíduos e sustentabilidade, uma vez que 100% do seu material é reciclável. Tal

fato, aliado a busca cada vez maior por obras mais “limpas” bem como a evolução do mercado, a tendência é que mais empresas se especializem no sistema fazendo com que este, conseqüentemente, se torne mais acessível em um futuro próximo. Desta maneira, o *Light Steel Framing* poderá ser um sistema tecnicamente viável tanto no ponto de vista financeiro como também no ponto de execução. Já a Alvenaria Estrutural é um sistema construtivo mais utilizado atualmente. Ficando à frente quanto a acessibilidade dos materiais e a disponibilidade de mão de obra no Brasil, fatores que também se mostram relevantes na escolha do método construtivo.

Vale ressaltar que as diferenças de custo e de tempo podem ser mais significantes em obras de grande porte. O método de Alvenaria Estrutural tem mais probabilidade de ser adotado quando se busca por uma construção mais acessível, entretanto, se a busca for pelo tempo, o método de *Light Steel Framing* fica na frente. Segundo Klein e Maronezi (2013), quanto maior o número de casas, mais a diferença de custos entre o LSF e a Alvenaria Estrutural se torna mais expressiva, bem como o tempo de construção, comprovando a vantagem de um sistema sobre o outro.

Assim, conclui-se que para a escolha do sistema construtivo ideal, varia de acordo com as prioridades e necessidades em questão, bem como o tipo de edificação. Porém, para este estudo específico, que procura ajudar a solucionar o problema do déficit habitacional no país, uma vez que a demanda é extremamente alta, o mais aconselhável é o sistema em *Light Steel Framing*, devido à possibilidade de construção com maior agilidade, permitindo assim a construção em grande escala.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO METÁLICA (ABCEM). **Cenário dos Fabricantes de Perfis Galvanizados para Light Steel Frame e Drywall**. 2021. 31p.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL (CEF). **Cadernos Caixa – Projeto padrão – Casas Populares**. Vitória – ES, 2006. 36p.

CORTEZ, L. A. da R.; MACIEL, C. A. dos S.; SANTOS, P. B.; LIMA, R. T.; SANTOS, T. M. F. dos; NASCIMENTO, M. M. G. dos. **Uso das Estruturas de aço no Brasil**. **Cadernos de Graduação**. Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 4, n. 2, p. 217-228. Alagoas, 2017.

CRASTO, R. C. M. de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light Steel Framing**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Construções Metálicas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005. 255p.



FARIAS, J. L. **Estudo de viabilidade técnica e econômica do uso do método construtivo Light Steel Framing numa residência unifamiliar de baixa renda.** TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013. 124p. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10008166.pdf>. Acesso em: jun. 2022.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). **Análise das Necessidades Habitacionais e suas Tendências para os Próximos Dez Anos.** Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias – ABRAINC. Produto 2 – Relatório Técnico Final – 2ª Versão. 2018. 64p.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (FJP). **Estatística e Informações Demográfica e Indicadores Sociais: Déficit Habitacional no Brasil Resultados preliminares – 2015.** Diretoria de Estatística, Belo Horizonte, 2018. 21p.

KALIL, S. M. B. **Alvenaria Estrutural.** 2007. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007. 86p.

LEIN, B.G.; MARONEZI, V. **Comparativo orçamentário dos sistemas construtivos em alvenaria convencional, alvenaria estrutural e light steel frame para construção de conjuntos habitacionais.** 2013. 141 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Pato Branco, 2013.

MOHAMAD, G. **Construções em Alvenaria Estrutural: materiais, projeto e desempenho.** 1. ed. Blucher. São Paulo, 2015.

PENNA, F. C. F. **Análise da Viabilidade Econômica do Sistema Light Steel Framing na Execução de Habitações de Interesse Social: Uma Abordagem Pragmática.** Dissertação (Mestrado) – Curso Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009. 92p.

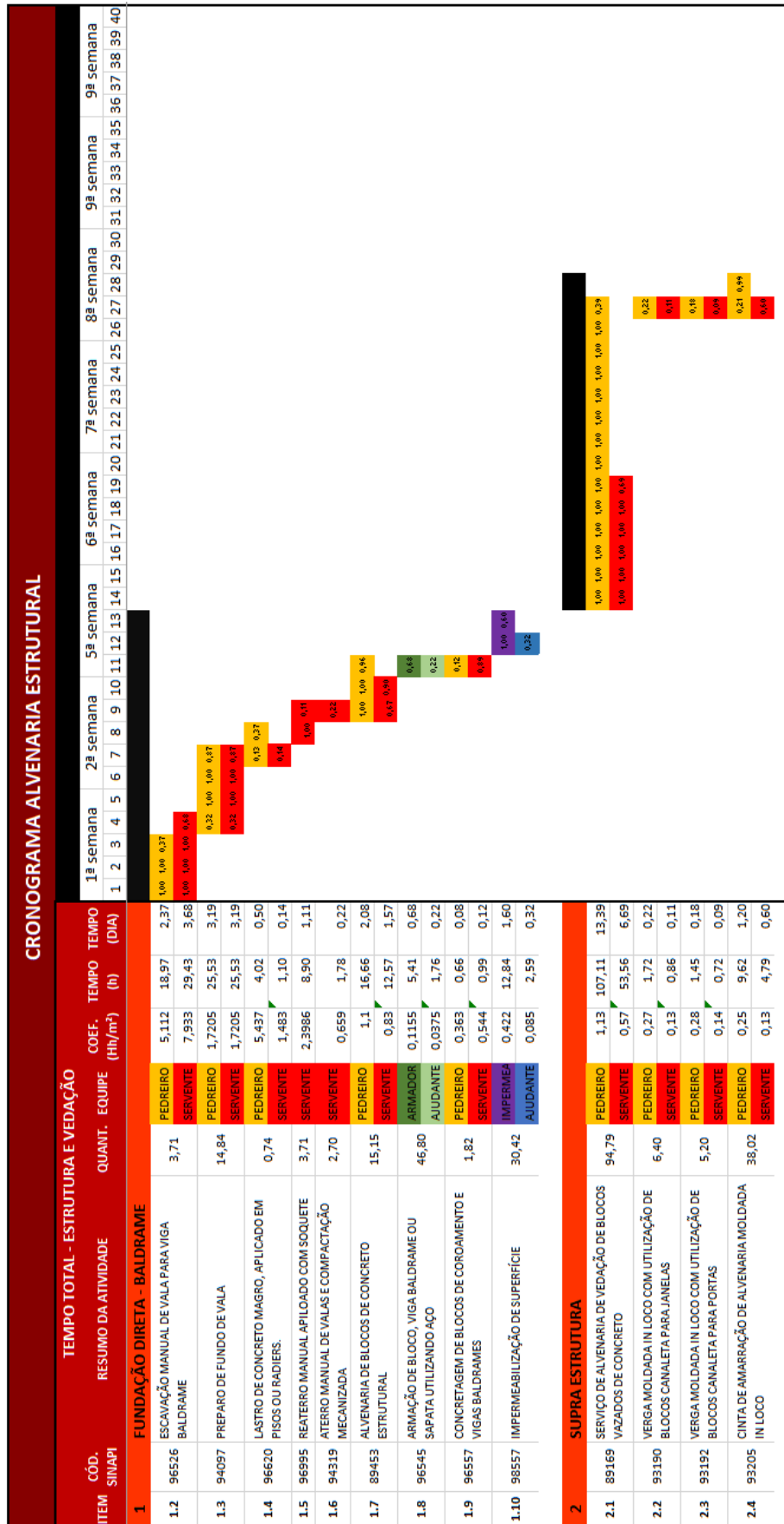
SILVA JUNIOR, E. L.; BARROS E. S.; BERNARDINO G. A.; ANDRADE H. M. S.; CAVALCANTE FILHO A. M. **Viabilidade Econômica entre Alvenaria Estrutural e Estrutura Convencional em Concreto Armado para Empreendimento em Recife – PE.** Artigo apresentado no Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC. Maceió, 2018.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL (SINAPI). **Custos de Composições Analítico.** Belo Horizonte, maio. 2022. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx>. Acesso em: jun. 2022.

TONUCCI FILHO, J. B. M.; PATRÍCIO, P. A.; BASTOS, C. **Desafios e Propostas para Enfrentamento da COVID-19 nas Periferias Urbanas: análise das condições habitacionais e sanitárias dos domicílios urbanos no Brasil e na Região Metropolitana de Belo Horizonte.** Disponível em: <https://www.cedeplar.ufmg.br/noticias/1229-nota-tecnica-desafios-e-propostas-para-enfrentamento-da-covid-19-nas-periferias-urbanas-analise-das-condicoes-habitacionais-e-sanitarias-dos-domicilios-urbanos-no-brasil-e-na-regiao-metropolitana-de-belo-horizonte>. Acesso em: jul. 2020.

APÊNDICE A:

Cronograma Físico – Alvenaria Estrutural









## APÊNDICE C:

## Orçamento – Alvenaria Estrutural

ORÇAMENTO - ALVENARIA ESTRUTURAL							
CÓD. SINAPI	ITEM	DESCRIÇÃO DOS INSUMOS	UN.	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOAL	
						R\$	R\$
<b>1 FUNDAÇÃO DIRETA - BALDRAME</b>						<b>R\$</b>	<b>6.663,90</b>
96526	1.1	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA PARA VIGA BALDRAME, SEM PREVISÃO DE FÔRMA.	m³	3,71	R\$ 427,73	R\$	1.586,88
101616	1.2	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M (ACERTO DO SOLO NATURAL)	m²	14,84	R\$ 5,50	R\$	81,62
96620	1.3	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS, LAJES SOBRE SOLO OU RADIERS.	m³	0,74	R\$ 549,83	R\$	406,87
96995	1.4	REATERRO MANUAL APILOADO COM SOQUETE.	m³	3,71	R\$ 43,22	R\$	160,35
94319	1.5	ATERRO MANUAL DE VALAS COM SOLO ARGILO-ARENOSO E COMPACTAÇÃO MECANIZADA	m³	2,70	R\$ 83,47	R\$	225,37
91815	1.6	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM, (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, UTILIZANDO PALHETA, PARA EDIFICAÇÃO HABITACIONAL	m²	15,15	R\$ 69,03	R\$	1.045,67
96545	1.7	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM KG (espaçador, arame, ajudante, armador e corte e aço)	kg	46,80	R\$ 16,56	R\$	775,07
96557	1.8	CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAMES, FCK 30 MPA, COM USO DE BOMBA LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO	m³	1,82	R\$ 646,24	R\$	1.174,71
98557	1.9	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM EMULSÃO ASFÁLTICA, 2 DEMÃOS	m²	30,42	R\$ 39,69	R\$	1.207,37
<b>2 SUPRA ESTRUTURA</b>						<b>R\$</b>	<b>8.387,07</b>
89288	2.1	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X39, (ESPESSURA DE 14 CM), PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M², COM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA.	m²	94,79	R\$ 68,73	R\$	6.514,92
93190	2.2	VERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO (bloco, tabua, aço, concreto, mão de obra)	m	6,40	R\$ 44,23	R\$	283,07
93192	2.3	VERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA PORTAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO (bloco, tabua, aço, concreto, mão de obra)	m	5,20	R\$ 49,47	R\$	257,24
93205	2.4	CINTA DE AMARRAÇÃO DE ALVENARIA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA (BLOCO, AÇO, GRAUTE, ARGAMASSA, MÃO DE OBRA)	m	38,02	R\$ 35,03	R\$	1.331,84
<b>3 FORRO E COBERTURA</b>						<b>R\$</b>	<b>11.815,11</b>
101964	3.1	LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) P/FORRO, UNIDIRECIONAL M2 L, SOBRECARGA 100KG/M2, VAOS ATE 4,00M	m²	3,83	R\$ 207,15	R\$	793,38
96110	3.2	FORRO EM DRYWALL, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO	m²	30,28	R\$ 67,70	R\$	2.049,96
92541	3.3	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL.	m²	50,02	R\$ 124,18	R\$	6.211,48
94201	3.4	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO COLONIAL, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL.	m²	50,02	R\$ 51,73	R\$	2.587,53
94224	3.5	EMBOÇAMENTO COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA).	m	7,59	R\$ 22,76	R\$	172,75
<b>4 REVESTIMENTO</b>						<b>R\$</b>	<b>7.251,18</b>
87878	4.1	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL	m²	34,25	R\$ 4,24	R\$	145,24
87546	4.2	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA MENOR QUE 5M2, ESPESSURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS	m²	34,25	R\$ 26,79	R\$	917,66
87413	4.3	APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM TETO DE AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5M², ESPESSURA DE 0,5CM. (BANHEIRO E CORREDOR)	m²	3,83	R\$ 26,72	R\$	102,34
87421	4.4	APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM PAREDES DE AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5M² E 10M², ESPESSURA DE 1,0CM.	m²	82,04	R\$ 26,13	R\$	2.143,65
87904	4.5	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL.	m²	61,64	R\$ 8,60	R\$	530,08
87777	4.6	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS DE FACHADA COM PRESENÇA DE VÃOS, ESPESSURA DE 25 MM.	m²	61,64	R\$ 55,36	R\$	3.412,21
<b>CUSTO TOTAL - ESTRUTURA E VEDAÇÃO</b>						<b>R\$</b>	<b>34.117,26</b>

## APÊNDICE D:

Orçamento – *Light Steel Framing*

ORÇAMENTO LIGTH STEEL FRAMING						
CÓD. SINAPI	ITEM	DESCRIÇÃO DOS INSUMOS	UN.	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOAL
<b>1 FUNDAÇÃO RADIER</b>						<b>R\$ 5.216,10</b>
97084	1.1	COMPACTAÇÃO MECÂNICA DE SOLO PARA EXECUÇÃO DE RADIER, COM COMPACTADOR DE SOLOS TIPO PLACA VIBRATÓRIA.	m <sup>2</sup>	50,00	R\$ 0,62	R\$ 31,00
3777	1.2	LONA PLASTICA PRETA, E= 150 MICRA	m <sup>2</sup>	50,00	R\$ 1,63	R\$ 81,50
96622	1.3	LASTRO COM MATERIAL GRANULAR, APLICAÇÃO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE *5 CM* (MATERIAL+EQUIPAMENTO+MÃO DE OBRA)	m <sup>3</sup>	2,50	R\$ 147,09	R\$ 367,73
97086	1.4	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES	m <sup>2</sup>	4,50	R\$ 138,75	R\$ 624,38
92770	1.5	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM – MONTAGEM	kg	80,00	R\$ 14,15	R\$ 1.132,00
97096	1.6	CONCRETAGEM DE RADIER, PISO OU LAJE SOBRE SOLO, FCK 30 MPA, PARA ESPESSURA DE 10 CM - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO	m <sup>3</sup>	5,00	R\$ 595,90	R\$ 2.979,50
<b>2 SUPRA ESTRUTURA</b>						<b>R\$ 11.287,05</b>
96358	2.1	PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO (DRYWALL), PARA USO INTERNO COM DUAS FACES SIMPLES E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, SEM VÃOS.	m <sup>2</sup>	8,25	R\$ 90,59	R\$ 747,37
96359	2.2	PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO ST (DRYWALL), PARA USO INTERNO, COM DUAS FACES SIMPLES E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, COM VÃOS.	m <sup>2</sup>	11,34	R\$ 103,10	R\$ 1.169,15
96360	2.3	PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO ST (DRYWALL) INTERNAS (FACE DUPLA), COM PLACAS CIMENTÍCIAS EXTERNAS (FACE DUPLA) E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, SEM VÃOS.	m <sup>2</sup>	28,08	R\$ 123,49	R\$ 3.467,60
96361	2.4	PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO ST (DRYWALL) INTERNAS (FACE DUPLA), COM PLACAS CIMENTÍCIAS EXTERNAS (FACE DUPLA) E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, COM VÃOS.	m <sup>2</sup>	22,48	R\$ 147,99	R\$ 3.326,82
96362	2.5	PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO RU (DRYWALL) INTERNAS (FACE DUPLA), COM PLACAS CIMENTÍCIAS EXTERNAS (FACE DUPLA) E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, COM VÃOS.	m <sup>2</sup>	9,99	R\$ 116,14	R\$ 1.160,24
96363	2.6	PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO RU (DRYWALL), PARA USO INTERNO, COM DUAS FACES DUPLAS E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, SEM VÃOS.	m <sup>2</sup>	7,59	R\$ 129,04	R\$ 979,41
96365	2.7	PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO RU (DRYWALL), PARA USO INTERNO, COM DUAS FACES DUPLAS E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, COM VÃOS.	m <sup>2</sup>	2,51	R\$ 173,89	R\$ 436,46
<b>3 FORRO E COBERTURA</b>						<b>R\$ 12.000,06</b>
96110	3.1	FORRO EM DRYWALL, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO	m <sup>2</sup>	33,40	R\$ 67,70	R\$ 2.261,18
92568	3.2	TRAMA DE AÇO COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA DE ENCAIXE DE CERÂMICA OU DE CONCRETO, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL	m <sup>2</sup>	51,22	R\$ 135,49	R\$ 6.939,26
94201	3.3	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO COLONIAL, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL.	m <sup>2</sup>	51,22	R\$ 51,73	R\$ 2.649,40
94224	3.4	EMBOÇAMENTO COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA).	m	6,60	R\$ 22,76	R\$ 150,22
<b>4 REVESTIMENTO</b>						<b>R\$ 1.784,16</b>
95305	4.1	TEXTURA ACRÍLICA, APLICAÇÃO MANUAL EM PAREDE, UMA DEMÃO	m <sup>2</sup>	80,57	R\$ 11,68	R\$ 941,06
91519	4.2	ESTUCAMENTO DE PANOS DE FACHADA COM VÃOS DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO EM EDIFICAÇÕES DE PAVIMENTO ÚNICO	m <sup>2</sup>	52,53	R\$ 16,05	R\$ 843,11
<b>CUSTO TOTAL - ESTRUTURA E VEDAÇÃO</b>						<b>R\$ 30.287,37</b>



## Pequenos negócios em tempos de COVID-19: impacto e estratégias de sobrevivência

Wilson Machado Enes<sup>1</sup>

### RESUMO

Desde seu início, a pandemia da COVID-19 modificou o padrão de consumo e a gestão das empresas, estimulou a inovação afetando a economia global. Em um breve espaço de tempo tudo mudou, e as empresas, principalmente de pequeno porte, não estavam preparadas para isso. O objetivo do estudo foi identificar e analisar os impactos da COVID-19 nos pequenos negócios do município de Cláudio-MG, bem como descrever as medidas que estão sendo adotadas neste período e estratégias que pretendem adotar no período pós-pandemia. Assim, foi feito um estudo de caso, com abordagem quantitativa e qualitativa, bem como pesquisa com finalidade descritiva. A coleta dos dados foi realizada por meio de questionários enviados por e-mail para pequenos empresários da cidade de Cláudio-MG, buscando compreender como os mesmos estão se ajustando à pandemia. Foi possível concluir que a inovação e o planejamento apresentaram-se como os maiores desafios aos empreendedores locais, visto que os mesmos passaram a analisar cenários e buscar soluções criativas para sobreviverem no mercado.

**Palavras-chave:** COVID-19. Pequenas Empresas. Estratégias.

---

<sup>1</sup>Graduado em Ciências Contábeis, Especialista em Direito do Trabalho e Mestre em Administração pela Universidade Paulista – UNIP. Também possui Mestrado em Gestão Empresarial e Auditoria pela Universidad Europea del Atlántico – UNEATLANTICO/UNINI, Espanha. É professor da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade Cláudio, e também proprietário da empresa Cálculo Exato Associação Contábil LTDA, Divinópolis – MG, Brasil. E-mail: wilsonenes50@gmail.com.



## ***Small businesses in COVID-19 times: impact and survival strategies***

### **ABSTRACT**

*Since its inception, the COVID-19 pandemic has changed the pattern of consumption and the management of companies, stimulated innovation affecting the global economy. In a short space of time everything changed, and companies, especially small ones, were not prepared for this. The objective of the study was to identify and analyze the impacts of COVID-19 on small businesses in the municipality of Cláudio-MG, as well as to describe the measures that are being adopted in this period and strategies that they intend to adopt in the post-pandemic period. Thus, a case study was carried out, with a quantitative and qualitative approach, as well as research with a descriptive purpose. Data collection was carried out through questionnaires sent by e-mail to small businessmen in the city of Cláudio-MG, seeking to understand how they are adjusting to the pandemic. It was possible to conclude that innovation and planning presented themselves as the greatest challenges for local entrepreneurs, since they started to analyze scenarios and seek creative solutions to survive in the market.*

**Keywords:** COVID-19. Small Business. Strategies.

Artigo recebido em: 24/03/2022

Aceito em: 22/07/2022

## 1. INTRODUÇÃO

Cláudio é um município localizado no Centro Oeste de Minas Gerais que, de acordo com o último censo, possui 28.617 habitantes, com um salário médio mensal de 1.8 salários mínimos em 2017 e uma proporção de 32,6% de pessoas ocupadas em relação à população total (IBGE, 2017); destacando-se como maior polo de fundições e metalúrgicas da América Latina na produção de móveis em alumínio, peças de ferro fundido entre outros.

A pandemia de coronavírus teve e ainda tem grande impacto na economia brasileira e global. Fronteiras fechadas, eventos cancelados em todo o mundo; países entraram em recessão. A doença atravessou fronteiras, vem provocando abalos nos pequenos e médios negócios, impactando diretamente a produção industrial, no comércio, na taxa de desemprego e na renda. A pandemia do COVID-19, ocasionada pelo vírus SARS-CoV-2 ou Novo Coronavírus, vem causando repercussões não somente na seara biomédica e epidemiológica em nível mundial, mas ainda repercussões e danos sociais, econômicos, políticos, culturais e históricos sem antecedentes na história atual das epidemias.

No Brasil, a pandemia do COVID-19 alterou a rotina das pessoas e das empresas. Diversos setores foram afetados e precisaram se reinventar para continuarem no mercado com competitividade. A população foi submetida ao isolamento e com isso grandes partes das atividades ficaram paralisadas, levando-nos a uma recessão global e, provavelmente, ao pior desempenho econômico desde a Grande Depressão de 1929, segundo relatório do Fundo Monetário Internacional (FMI).

Muitos empreendedores tiveram que encerrar suas atividades tendo em vista que seus negócios não sobreviveriam a este novo quadro econômico a que foram submetidos, por não estarem operando, ou estarem operando parcialmente. Diversas empresas chegaram a um cenário financeiro caótico de liquidez. Outros empreendedores aproveitaram o momento para se adaptarem às novas demandas e conseguiram manter seus negócios em funcionamento.

O isolamento vem gerando um déficit onde empresas fechadas e com baixa liquidez provocam uma taxa maior de desemprego, que reduz o poder de compra das famílias e a arrecadação pública. Além disso, amplia bastante os gastos do governo.

Diante os fatos, surge a seguinte pergunta problema: Quais impactos da COVID-19 nos pequenos negócios do município de Cláudio e de que forma os empreendimentos estão reagindo?

O objetivo do estudo foi identificar e analisar os impactos da COVID-19 nos pequenos negócios do município de Cláudio-MG, bem como descrever as medidas que estão sendo adotadas neste período e estratégias que pretendem adotar no período pós-pandemia.

A divulgação do COVID-19 ganhou proeminência tanto no ramo midiático quanto econômico. A Organização Mundial de Saúde declarou que a infecção pelo novo coronavírus é uma “emergência de saúde pública” que se instala e propaga com uma imensa liquidez.

A partir desse cenário, observa-se que ganharam foco as críticas à estratégia do isolamento social, visto que existe dois lados, os que defendem o isolamento social, e os que são a favor da volta da normalidade. O primeiro grupo defende que é necessário o isolamento para todos, visto que o vírus alcança todas as faixas etárias; já o segundo argumenta que a eventual restrição de contato social deveria ser direcionada apenas para os grupos de risco, isto é, pessoas com mais de 60 anos ou que sejam portadores de doenças crônicas. Por decorrência, o restante da sociedade deveria retomar as atividades e normalidade o quanto antes a fim de reduzir os impactos econômicos desta nova forma de “parada súbita”.

A economia do país passa por um momento de crise, e os mais afetados são os pequenos negócios, em especial os que estão instalados em cidades pequenas, como, por exemplo, os da cidade de Cláudio, situada em Minas Gerais com cerca de 28.617 habitantes, de acordo com a estimativa do IBGE de 2019, e que já começam a sentir os impactos e precisam traçar estratégias para sua sobrevivência. Um novo horizonte aguarda os pequenos empreendimentos e a análise dos impactos pode auxiliá-los a se adaptar ou driblar a crise que ainda está em curso.

O tema possui uma grande importância para os estudos acadêmicos, tendo em vista que as análises realizadas podem ser utilizadas como embasamento teórico, caso futuramente venha a ocorrer uma nova pandemia. Através da observação pode-se prever possíveis impactos na economia e nas empresas. Além disso, agrega conhecimento aos futuros profissionais da administração, que devem saber como lidar e gerir da melhor forma as empresas e qual a decisão mais adequada a ser tomada, mesmo em meio a uma crise sanitária e econômica.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2017), as principais causas de mortalidade das empresas são a falta de planejamento, a falta de capacitação empresarial e a ineficácia da gestão financeira.

Ainda de acordo com o IBGE, Cláudio ocupa a posição 123 no ranking do cenário econômico de Minas Gerais, o que leva ao entendimento da necessidade de capacitação na gestão empresarial e financeira para promover a alavancagem do município no cenário estadual e nacional.

Ao que pese o contexto estudado, é necessário entender o que é crise. Muitos empreendedores pensam que crise está relacionada somente à queda das vendas, porém, existem várias outras crises no mercado. Dentre elas, as mais comuns serão citadas e tratadas em seguida.

### **2.1 Falência e recuperações judiciais**

Com esta nova crise mundial decorrente da pandemia da COVID-19, cada vez mais as empresas vão recorrer a esta opção, ou seja, realizando renegociações, do Instituto da Recuperação Judicial, que tem como objetivo principal a sobrevivência da empresa.

O artigo Art. 1º, da Lei nº 11.101/2005, conhecida como a Lei de Falência e Recuperação Judicial, demonstra como o processo de falência de uma empresa funciona. Uma das principais inovações e mudanças que a citada Lei permitiu foi a divisão entre empresas inadimplentes e insolventes. Assim, a Lei de Falência inova no sentido de visar e dispor de recursos que permitem mais possibilidades para manter a empresa aberta para o mercado, com o objetivo de manter a sua função social e os empregos que a atividade econômica gera (BRASIL, 2005). Desta forma, antes do fechamento da empresa são colocados em prática todos os recursos para manter a empresa ativa.

### **2.2 Aumento do desemprego**

O desemprego passa a ser uma das grandes questões sociais no Brasil, portanto, a geração de emprego e a qualificação da mão-de-obra deve ser alvo prioritário para os governantes e para a sociedade civil como um todo.

O nível de desemprego no Brasil está cada vez maior com a crise. Com base nos dados do IBGE (2020), no quarto trimestre de 2020 a taxa de desemprego chegou a 11,8%, sendo muito preocupante para população brasileira.

A formação deste nível é composta por pessoas desocupadas. Há também diferenças entre as regiões do Brasil, algumas com maiores, outras com menores níveis de desemprego. Algumas pessoas não podem ser consideradas desempregadas, ou seja, não podem trabalhar porque já possuem outra ocupação. Como exemplos desse cenário citam-se os universitários que dedicam o seu tempo estudando, donas de casa que não trabalham fora e também um empreendedor dono de seu próprio negócio.

É importante ressaltar também que os beneficiários dos programas sociais, como por exemplo: bolsa família, seguro desemprego, puderam contar, ao menos até o final do ano de 2020, com o auxílio emergencial. Tal benefício foi direcionado também para pessoas que estão fora do grupo dos desempregados.

### **2.3 Diminuição da renda**

A diminuição da renda não significa, necessariamente, redução salarial. Ela pode decorrer da diminuição do poder de compra, causada pela inflação, ou pelo desemprego.

Rosa (2001, p. 99) destaca que:

A administração de crises leva em conta que as grandes crises exigem a adoção de ações imediatas, assim que se tornem explícitas, pois é fundamental que os agentes envolvidos produzam iniciativas buscando o correto posicionamento perante a opinião pública.

O período de isolamento social devido à pandemia do coronavírus também impactou negativamente a renda dos trabalhadores. Instalada a crise, muitos tiveram a redução da renda, mesmo os que estão protegidos pela legislação trabalhista, tendo um salário mais baixo e diminuído o poder de compra.

### **2.4 Diminuição nos níveis de produtividade**

Neves e Pessoa (2006) afirmam que precisa haver planejamento, pois, somente assim, as empresas obterão sucesso. Em tempos de crise, as empresas passam a produzir menos, reduzir os serviços; em alguns casos ocorre, ainda, uma queda elevada no nível de

produtividade. Muitas delas foram surpreendidas por ocorrências que poderiam ter sido evitadas ou minimizadas, caso houvesse um planejamento adequado.

A ausência de planejamento pode provocar diversos problemas no futuro, pois mesmo sabendo o quanto é importante o planejamento empresarial, muitos empresários, ainda, não se dedicam tempo suficiente na elaboração de bons planos de seus negócios. Este cenário provoca a falência pela falta de investimentos e também pela falta de tempo em planejamento estratégico (LIMA, 2000).

Torna-se ainda importante destacar alguns aspectos ligados à macroeconomia. Entre eles, o aumento do endividamento público, que acontecerá em várias nações pela elevação dos gastos para conter a COVID-19, que podem levar à diminuição da arrecadação de impostos, recrudescimento da inflação, com danos negativos sobre a produtividade e o nível geral dos investimentos. Sabe-se que um dos efeitos mais imediatos disso é o aumento do desemprego.

Outro ponto, que pode ser afetado pela crise e sua relação com a produtividade, está a realocação de fatores produtivos entre empresas. Essa heterogeneidade é mais marcante em economias emergentes e em desenvolvimento, contudo, também é verificada em nações desenvolvidas. Nessa situação, uma realocação de capital e trabalho das organizações que produzem menos para as que produzem mais leva à ampliação da produtividade média da economia (PEREIRA, 2020).

Por fim, a COVID-19 reduziu o nível de atividade e fez despencar a produtividade de determinados setores, principalmente do turismo, como setor aéreo, hotéis e restaurantes. Já outros setores tendem a experimentar uma expansão das suas atividades, como tecnologia da informação, saúde e comunicação.

## **2.5 Redução dos lucros**

Segundo dados do Sebrae (2016), 47% das micro e pequenas empresas deixam de existir em um espaço de dois anos. Quanto a isso, Faria, Azevedo e Oliveira (2012) chegaram à conclusão de que a contabilidade não tem sido utilizada de forma satisfatória na gestão das MPEs e que por isso estão mais suscetíveis à falência.

Com tantos impostos que as pessoas jurídicas pagam para o governo federal, pode-se perceber que no momento da crise, há alguma diminuição deste recolhimento, isto é um grande sinal que a empresa irá enfrentar uma crise. O tributo sobre o lucro real, por exemplo,

é um imposto recolhido pelas empresas ao governo. No ano de 2020 houve redução dos recolhimentos e mesmo isenção ou suspensão de alguns tributos, com o intuito de auxiliar as empresas a passarem pela crise de forma menos impactante.

## **2.6 Redução dos níveis de investimento**

A redução do nível de investimentos no país mostra que o crescimento econômico poderá ser bem abaixo do que era esperado, logo que deflagrada a crise sanitária. Os investidores e empreendedores estão com poucas perspectivas de futuro.

Nesta nova situação que vive o mercado local, regional e global, as empresas estão sem perspectivas de retorno de seus investimentos, e, com isso, estão reduzindo as atividades comerciais, produzindo menos. Sabe-se que, se uma organização não cresce é o mesmo que dizer que está em franca regressão.

Para o país e para a sociedade, isso reflete na baixa geração de emprego e renda e torna ainda mais difícil a retomada da economia e do crescimento econômico. Diante disso, percebe-se que haverá de existir um esforço muito grande de governos, investidores e empreendedores para a retomada e superação da crise.

Diante de todas essas conturbações vivenciadas atualmente, governos e empresários buscam a novas alternativas para a sobrevivência econômica que são a flexibilidade e adaptabilidade para lidar com a nova pandemia.

## **2.7 Crise econômica**

Entende-se por crise econômica os períodos que apresentam queda no crescimento do país devido a uma diminuição da atividade econômica nele desempenhada. Portanto, é um período de escassez no comércio, produção e consumo de produtos.

Como a demanda por consumo diminui, conseqüentemente o lucro das empresas se reduz, e para tentar controlar a situação tentam reduzir despesas, como, por exemplo, o gasto com funcionários, o que faz a taxa de desemprego se elevar.

Em momentos de crise econômica o mercado se torna ineficiente, pois é um momento que ao invés do mercado se organizar ele passa a desorganizar, para estabelecer a desordem (BRESSER-PEREIRA, 2009).

Para controlar a economia existem quatro tipos de políticas que são a fiscal,

monetária, cambial e de renda. A política econômica pode ter caráter restritivo ou expansionista. O paradigma ideológico que se fundamenta as políticas pública das nações, é a maior influência da economia política. Em outras palavras, isso significa que para diferentes estruturas políticas existem diversos objetivos de política econômica (ROSSETI, 2002).

A política fiscal possui uma grande influência sobre a economia, assim como os gastos efetuados pelo poder público, também possuem um peso que afeta o nível de demanda. Toda ação governamental apresenta uma reação na economia do país.

Os efeitos dos gastos públicos e da tributação dependem, em primeiro lugar de quanto é injetado ou retirado da economia. Uma vez que o nível de renda da economia depende da demanda agregada, o governo pode, claramente, aumentar ou diminuir o nível de renda por meio de sua política fiscal. Assim, a política fiscal torna-se o mais importante instrumento de política do governo. Ela opera de forma a manter um tolerável nível de estabilização econômica e de emprego (RIANI, 2009 p. 176).

A política monetária está entrelaçada com a oferta de moedas no país e atua para controlar a liquidez no mercado. Enquanto a política de rendas visa elevar o poder de consumo dos cidadãos e está ligada diretamente com a inflação. A política cambial por suaveza visa controlar a taxa de câmbio no país e equilibrar as contas externas. Diante de uma crise econômica, o governo deve atuar com uma dessas políticas para tentar controlar a situação do país.

A crise está cada vez mais desafiadora para o mercado brasileiro e as empresas têm que vencer muitos obstáculos sob o aspecto econômico. Segundo Cardia (2015, p. 13), “a crise é justamente a quebra da estabilidade e de falta de previsibilidade em que indivíduos e empresas serão confrontados pelo inesperado”. Diante da crise, é ideal pensar no negócio, pois somente assim é possível visualizar o errado e o certo dentro da empresa. Todos os setores do mercado foram afetados de uma forma em geral devido à crise.

A perspectiva futura e o planejamento tornam-se fundamentais para a existência do mercado de trabalho. É certo que tem que introduzir os instrumentos de administração para a resolução dos problemas empresariais, tem que ter também em mente as possíveis mudanças na empresa, pois várias empresas não suportam as crises e acabam fechando suas portas, as que não fecham reduzem grande parte de sua equipe de profissional, levando a uma variação dos números de pessoas desempregadas.



## 2.8 Como as empresas planejam sobreviver diante de uma crise

As micro e pequenas empresas são retratadas como grupo mais facilmente atingido pelas crises. Com isso, pode-se pensar sobre a dimensão do problema caso ações e estratégicas não sejam tomadas.

Para Pereira (2016), medidas que auxiliam o desenvolvimento de ambientes que sejam favoráveis para a sobrevivência de micro e pequenas empresas têm sido assunto de discussão em todas as esferas do governo. Esse movimento é provocado, principalmente, pelas repercussões que a mortalidade destas empresas causam nos níveis de emprego e renda, gerando forte redução na arrecadação do Estado.

O planejamento empresarial traça metas e decide quais ações são as melhores para o funcionamento das empresas. Conforme Oliveira (2009, p. 67), “este planejamento é a metodologia administrativa que permite estabelecer a direção a ser seguida pela empresa, e que visa ao maior grau de interação com o ambiente, onde estão os fatores não controláveis pela organização”.

Diante disso, podem-se avaliar os resultados e, ao mesmo tempo, traçar estratégias de acordo com as necessidades. A equipe é muito importante na elaboração do planejamento, para que entendam e realizem as atividades com mais eficiência.

Lacombe (2009, p. 70) considera que “o planejamento é um poderoso instrumento de intervenção na realidade e, que se bem utilizado, constitui ferramenta fundamental para o desenvolvimento das organizações”.

As empresas podem estar no mercado há anos, porém, a estabilidade no momento de crise não existe. Ameaças surgem a qualquer momento, prejudicando as empresas de forma significativa. A pandemia fez com que muitas empresas fechassem suas portas. Diante disso, uma das estratégias foi focar no seu público-alvo, analisando, assim, o comportamento e hábitos dos consumidores neste momento, para conseguir atender todos de forma adequada, sem descuidar e observar o que os concorrentes estão fazendo.

O atendimento é fundamental para a satisfação do cliente. É muito importante cativá-los para deixá-los mais próximos da empresa com estratégias diversificadas. Entre elas, os descontos especiais, exclusividade e atendimento diferenciado, fortalecendo e fidelizando o consumidor.

## 2.9 Reflexos da crise enfrentada nos dias atuais

A atual crise enfrentada em consequência da pandemia do novo coronavírus é fato incomum e um dos maiores desafios já enfrentados. Tem provocado temor nas pessoas e movido vários estudiosos e centros de pesquisas a conseguirem, o mais rápido, a cura ou prevenção, além de estratégias para conter a doença.

Além da crise sanitária, ocorreu o fechamento de muitas empresas em decorrência da queda da demanda de produtos e serviços, considerando que o consumidor mostra-se também mais cauteloso. E, conseqüentemente, com o fechamento dessas empresas, enfrentam-se, também, o desemprego e o agravamento da crise econômica.

O Brasil enfrenta problemas que dificultam encontrar uma saída para as crises instaladas. As taxas de juros já estão baixas e, portanto, o Banco Central não conseguirá atuar com essa ferramenta no sentido de incentivar ainda mais o crédito e investimentos. As contas públicas atualmente estão piores do que em 2019, impedindo que o governo atue irrigando a economia. Presentemente, independente das dificuldades fomentadas pela pandemia, o governo já está gastando mais do que arrecada.

A crise iniciada em 2020 está marcada pelo desemprego, endividamento público, falências e incertezas políticas. Com a pandemia do novo coronavírus, empresas de vários setores tiveram que paralisar suas atividades para que o isolamento fosse cumprido. Com isso, muitas empresas tiveram seus resultados abalados e algumas até mesmo encerraram suas atividades. Por outro lado, algumas empresas encontraram na pandemia uma forma de inovar e contornar a situação que estavam vivenciando. Outras ainda foram além e aproveitaram novos métodos de vida e de trabalho; precipitaram planos futuros e se desenvolveram em pleno período de dificuldades.

Com a volta das atividades, após o período inicial da pandemia declarada, as empresas tiveram que pensar em estratégias para retornar com segurança. Muitas delas optaram pelo trabalho *Home Office* – trabalho em casa - ou por oferecer férias coletivas a seus empregados visando o cumprimento da proposta de distanciamento social. Outras, por terem um segmento que pela pandemia entrou em queda, tiveram que se reinventar e se modernizar para conseguir continuar com as portas abertas.

As pequenas empresas são as que mais sofrem em meio a pandemia, tendo em vista que possuem um capital de giro muito menor, além da falta de reservas financeiras para suportar a ausência de receita. O consumidor também, preocupado com os resultados da

pandemia, mostra-se mais cauteloso mesmo com a retomada das atividades. De outro lado, empresas maiores conseguem se manter por mais tempo, convivendo com a redução do retorno sobre o capital investido.

Saber administrar a empresa e direcioná-la no rumo certo também é essencial em tempos de crise. Para Marion (1998, p. 27-28), as dificuldades enfrentadas por pequenos negócios também se encontram nas decisões equivocadas:

[...] com certa frequência várias empresas, principalmente as pequenas, têm falido ou enfrentado sérios problemas de sobrevivência. Ouvimos empresários que criticam a carga tributária, os encargos sociais, a falta de recursos, juros altos etc., fatores estes que, sem dúvida, contribuem para debilitar a empresa. Entretanto, descendo a fundo nas nossas investigações, constatamos que, muitas vezes, a “Célula cancerosa” não repousa naquelas críticas, mas na má gerência, nas decisões tomadas sem respaldo, sem dados confiáveis. Por fim observamos, nesses casos, uma contabilidade irreal, distorcida, em consequência de ter sido elaborada única e exclusivamente para atender às exigências fiscais.

A velocidade da repercussão da atual crise demandará das empresas esforços de planejamento constantes e oportunos, devendo a tomada de decisão não ser baseada apenas no senso comum, mas em fatos e dados concretos.

### **3. METODOLOGIA DE PESQUISA**

A natureza deste trabalho revela uma abordagem predominantemente quantitativa, com alguns aspectos também de análise qualitativa; uma pesquisa básica de mercado. Gil (2010), afirma que a pesquisa é realizada mediante conhecimentos acessíveis com a utilização de métodos e técnicas de investigação, envolvendo diversas etapas.

Quanto à sua finalidade a pesquisa pode ser considerada exploratória e descritiva. Segundo Vergara (2014), uma pesquisa exploratória há pouco conhecimento acumulado e sistematizado. Ela também diz sobre a pesquisa descritiva que expõe características de determinada população ou de determinado fenômeno.

O público alvo da pesquisa foram os empreendedores que foram e estão sendo atingidos pela crise provocada pela pandemia do coronavírus, a partir do mês de março de 2020. Registrou-se, a partir desse evento, grandes impactos para as economias locais e globais, afetando diversos países através da suspensão de suprimentos, menor procura por bens e serviços, desemprego e baixo crescimento econômico, entre outros.

O universo da pesquisa foi constituído por dez pequenos empresários, cujas empresas

estão localizadas no município de Cláudio, estado de Minas Gerais. Tal número foi considerado suficiente para o levantamento de dados para análise, considerando ainda a real dificuldade do momento atual, até mesmo para estabelecer contatos diretos com as pessoas, considerando ainda os aspectos psicológicos envolvidos.

A coleta dos dados foi feita através da aplicação de um questionário com onze perguntas (ANEXO A), enviado através de e-mail para os empresários, buscando compreender como os mesmos conseguiram conviver e se reinventar diante a pandemia do Coronavírus.

Segundo Pereira (2012), o questionário é um mecanismo que contém perguntas abertas e fechadas, proporcionando uma abrangência maior de colaboradores, economia de tempo, as respostas são precisas e ágeis e o risco de distorção é menor. Além de proporcionar uma interação com os respondentes.

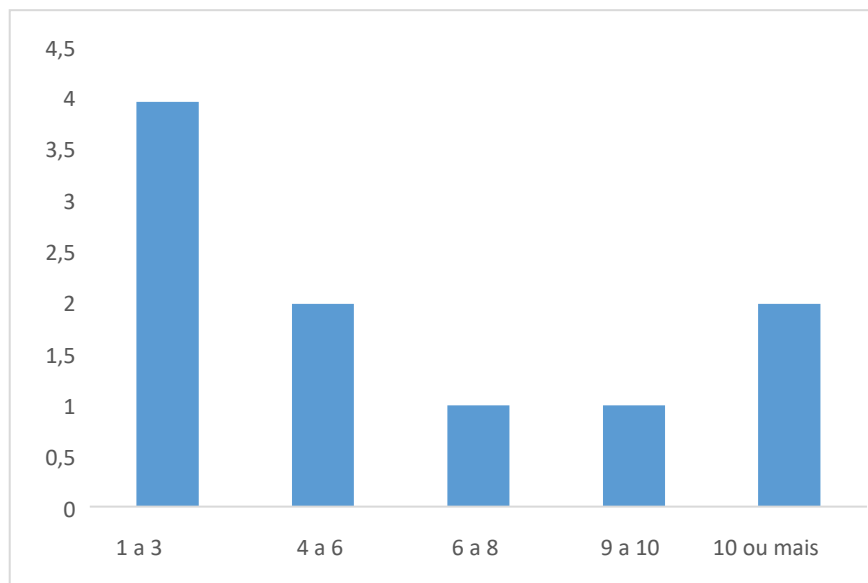
Finalizando, foi feita tabulação e análise dos dados quantitativos foi realizada através do programa *Microsoft Excel* visando concluir o estudo em questão. A análise qualitativa foi realizada por meio da análise do material obtido durante o estudo, os relatos das observações, as transcrições de entrevistas, as análises de documentos e outros dados disponíveis.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O questionário foi enviado para 10 pequenos empresários da cidade de Cláudio-MG que atuam em setores variados, como restaurantes, mercados de bairros, lojas de roupas, farmácias, dentre outros.

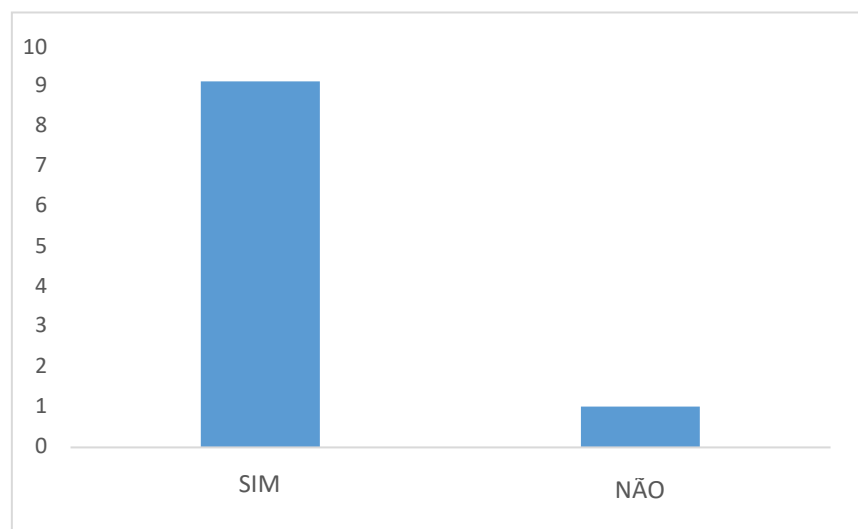
A primeira questão buscou compreender o ramo de atuação dos pequenos empresários. Resultou que 3 deles (30%) eram proprietários de restaurantes, 1 (10%) de uma lanchonete, 1 (10%) de uma farmácia, 4 (40%) loja de roupas e 1 (10%) de um pequeno mercado que comercializa alimentos.

Com relação ao número de funcionários, 4 empresários responderam ter de 1 a 3 colaboradores; 2 responderam possuir de 4 a 6 funcionários; 1 respondeu possuir de 6 a 8; 1 respondeu possuir de 9 a 10; e 2 responderam possuir mais de 10 colaboradores, conforme demonstra o Gráfico 1, abaixo.

**Gráfico 1: Número de funcionários**

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Os entrevistados também foram indagados se no período da pandemia houve algum rodízio de funcionários. O Gráfico 2 aponta que 90% dos entrevistados realizaram rodízios e apenas 10% responderam que não.

**Gráfico 2: Rodízio durante a Pandemia**

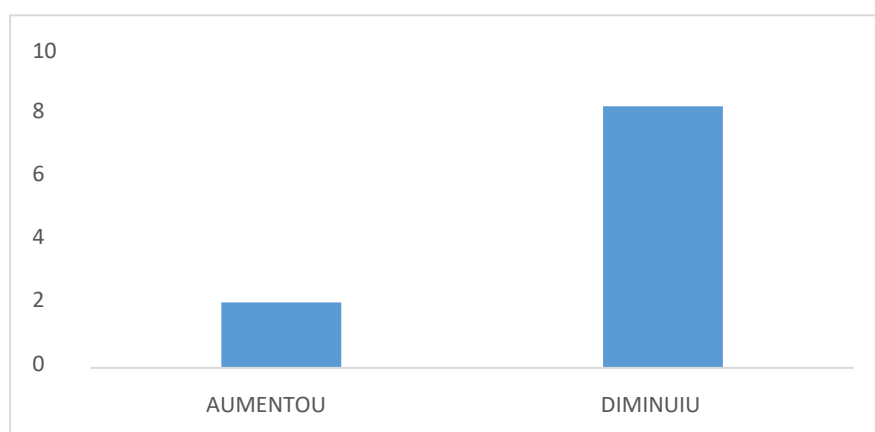
Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

No mesmo sentido, de acordo com a revista VEJA (2020), a maior parte das organizações (76%) fizeram alterações em relação aos dias de trabalho presencial entre os colaboradores, como forma de realizar o distanciamento social no ambiente de trabalho.

Já outras 74% realizaram o teletrabalho por um período maior ou mesmo por prazo indeterminado. De acordo com pesquisa realizada pelo Sebrae (2020), o rodízio foi adotado por 15,3% das empresas. Já a implementação de um sistema de *drive thru* foi a alternativa para 5,9% delas.

Com relação ao lucro das empresas, 20% dos entrevistados apontaram que o lucro aumentou; já 80% citaram que o lucro diminuiu, conforme demonstra o Gráfico 3.

**Gráfico 3:** Lucro durante a Pandemia

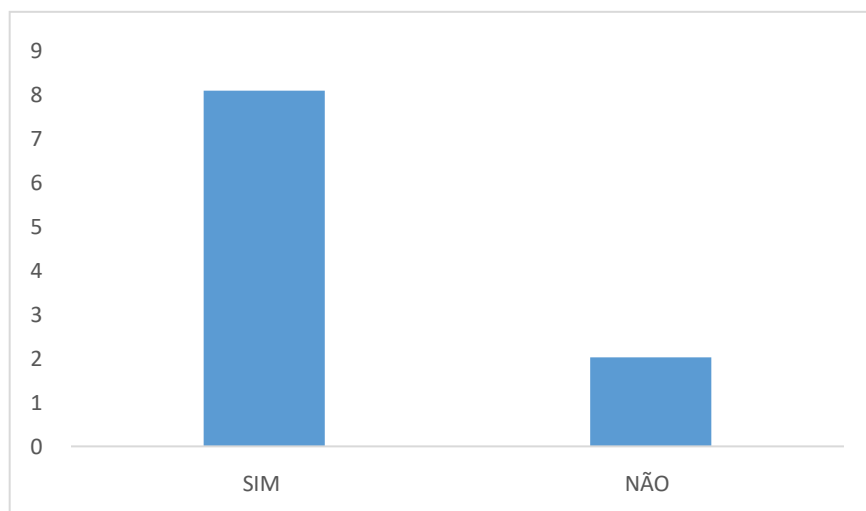


**Fonte:** Dados da pesquisa, 2021.

Ainda de acordo com pesquisa do Sebrae (2020), a situação financeira da maior parte das empresas (73,4%) já não estava boa antes mesmo da crise da COVID-19. Aproximadamente metade dos empresários (49%) apontou que as finanças estavam razoáveis, e 24,4% deles responderam que estavam ruins.

Percebeu-se que o foco durante a pandemia foi, entre outros, no sentido de eliminar desperdícios com produto, valorizar mão de obra, controle da qualidade para mensurar a eficácia do produto e cuidado com o valor (preço de venda) para o consumidor final. Desse modo, foi possível minimizar perdas de lucratividade.

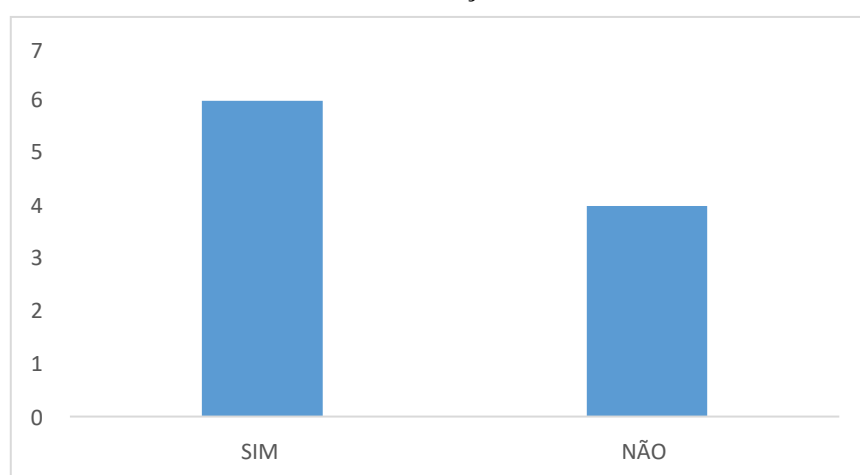
De acordo com a pesquisa realizada neste trabalho, no que tange aos custos, 80% dos entrevistados apontaram que os custos aumentaram; contudo, 20% citaram que houve uma diminuição dos custos, conforme aponta o Gráfico 4.

**Gráfico 4:** Custos durante a Pandemia

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2021.

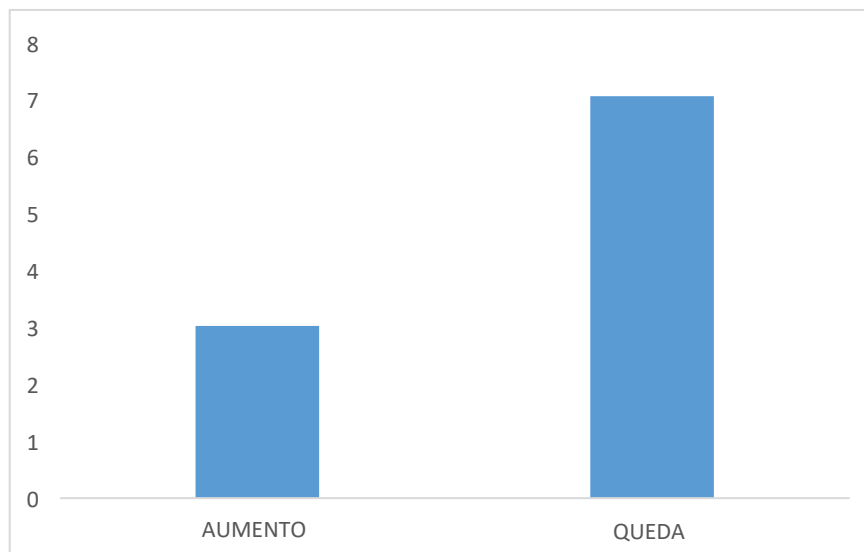
Embora o custo com pessoal apareça entre os principais gastos da maioria das empresas (57,1%), apenas 18,1% delas precisaram fazer demissões para manter a saúde financeira dos negócios. Em média, demitiram três colaboradores desde o início da crise.

Os entrevistados também foram indagados se algum custo diminuiu durante a pandemia. Destes, 60% responderam que sim; já 40% disseram que não houve redução, segundo apresenta Gráfico 5.

**Gráfico 5:** Redução de custos

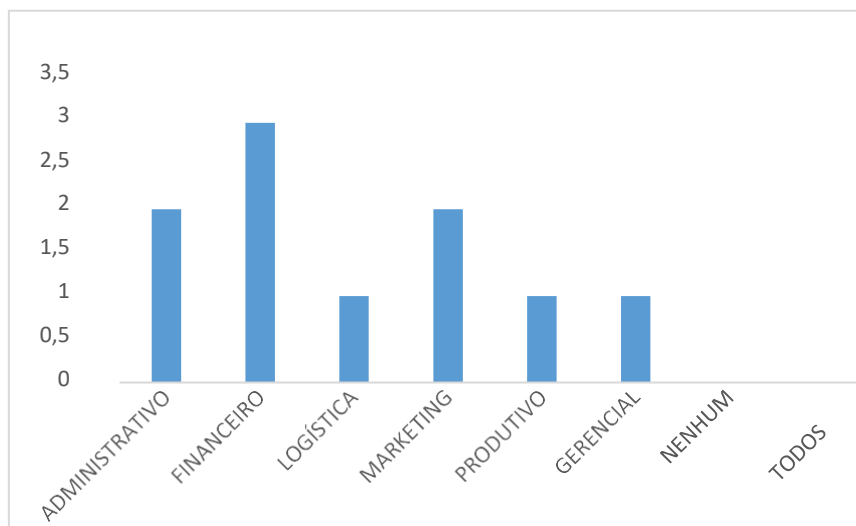
**Fonte:** Dados da pesquisa, 2021.

Com relação às receitas, os pequenos empresários foram indagados se ocorreu aumento ou queda das vendas durante o momento de crise. Destes, 30% citaram que houve um aumento; visto que 70% citaram uma redução das vendas, segundo apresenta o Gráfico 6.

**Gráfico 6:** Receitas de vendas

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2021.

No que tange aos setores mais afetados durante a pandemia, os entrevistados citaram o financeiro como o principal setor afetado (30%); em seguida o setor administrativo, com 20%; os setores de logística; produtivo e gerencial foram citados, correspondendo a 10% dos entrevistados cada um, conforme apresenta o Gráfico 7.

**Gráfico 7:** Setores afetados durante a Pandemia

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2021.

Os entrevistados também foram indagados, em questão aberta, sobre os desafios gerados na empresa durante a crise, sendo apresentadas as seguintes respostas:



*“Para mim o maior desafio foi gerenciar minhas finanças, organizar o marketing digital e logística. Precisei reinventar nesse sentido, buscando parcerias, divulgando e entregando meu produto aos clientes” (Entrevistado 1).*

*“Penso que a questão do marketing digital foi meu maior desafio! Não sabia como lidar com mídias digitais e precisei inovar e aprender” (Entrevistado 2).*

*“A inovação e tecnologia foram meus maiores desafios!” (Entrevistado 3).*

*“Passei a investir mais em inovação, planejamento e marketing. Não estava acostumado, mas creio que foi uma experiência incrível e positiva” (Entrevistado 4).*

*“A Pandemia me impôs diversos desafios, mas a tecnologia e inovação foram as principais, não estava acostumado e precisei reinventar e buscar aproximar do meu público-alvo” (Entrevistado 5).*

*“Na minha opinião o planejamento financeiro foi o maior desafio, pois não estava preparado para a crise.” (Entrevistado 6).*

*“Certamente a inovação e tecnologias” Quem não focou nesses pontos passou por maiores dificuldades” (Entrevistado 7).*

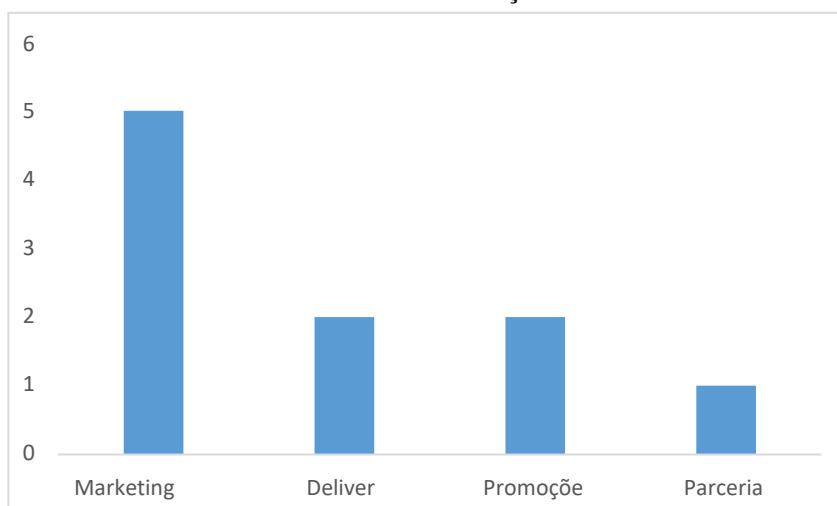
*“Trabalhar com tecnologias, com mídia digital. Precisei criar um Instagram e melhorar o serviço de entrega. Com isso não perdi muitas vendas” (Entrevistado 8).*

*“Na minha opinião o planejamento, tanto financeiro quanto estratégico, foram grandes desafios. Mas aprendi muito, principalmente em analisar cenários, traçar metas e engajar minha equipe” (Entrevistado 9).*

*“A inovação, a busca pela satisfação do cliente e uso de mídias digitais foram desafios para minha empresa” (Entrevistado 10).*

De acordo com Andrade (2020), a inovação passou a ser um aspecto fundamental de desenvolvimento e sucesso nas empresas. A compreensão que abrange esta questão indica que não basta produzir eficientemente, proporcionando qualidade e diversidade de produtos; é fundamental ofertar novidades, aperfeiçoamentos, ou ainda, atributos novos em comparação aos produtos já existentes.

No âmbito da inovação, os empresários foram indagados sobre as que foram geradas durante a pandemia. Os entrevistados apontaram que o marketing digital foi a maior transformação (50%); em seguida a entrega *delivery* (20%) e promoções (20%); em último lugar as parcerias, com 10%, conforme cita o Gráfico 8.

**Gráfico 8: Inovações**

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2021.

Com a crise do COVID-19, diversos produtos e práticas precisaram ser reanalisados e reestruturados. A criatividade e colaboração passaram a ser fatores importantes para se adequar a novas ações atribuídas pelo distanciamento social. Essas mudanças foram mais visíveis no setor de Tecnologia da informação. (ANDRADE, 2020).

Por fim, os pequenos empresários foram indagados sobre o que mudou na gestão de suas empresas com a pandemia, obtendo-se as seguintes respostas.

*“Para mim foi a forma como vi minha empresa e como a mesma era conduzida. Passei a planejar mais ao invés de esperar as coisas acontecerem” (Entrevistado 1).*

*“Com a pandemia foi possível analisar de forma mais crítica os possíveis cenários em um ambiente de negócios, ou seja, analisar os pontos positivos e negativos, traçando metas e alcançando resultados” (Entrevistado 2).*

*“Melhorei a minha gestão financeira e passei a planejar mais a longo prazo” (Entrevistado 3).*

*“A pandemia me fez refletir o quanto é importante planejar de forma estratégica” (Entrevistado 4).*

*“Foi possível analisar melhor o mercado que estava atuando e desenvolver ferramentas para melhorar minha gestão” (Entrevistado 5).*

*“Certamente o meu planejamento, passei a dar mais valor a esse aspecto, que anteriormente não dava muita importância” (Entrevistado 6).*

*“Com a pandemia pude analisar vários cenários diferentes e traçar metas a curto e longo prazos” (Entrevistado 7).*

*“O planejamento estratégico e a gestão financeira” (Entrevistado 8).*

*“Foi possível melhorar meu foco nos objetivos, pude refletir mais sobre os possíveis cenários da minha empresa” (Entrevistado 9).*

*“Penso que o planejamento estratégico foi melhor elaborado e que estou mais preparado para possíveis cenários no meu campo de atuação, sejam eles bons ou ruins” (Entrevistado 10).*

O gestor necessita indagar se conseguirá atingir as metas traçadas antes da pandemia. Se isso não for possível ou se as formas de alcançá-las mudaram, é preciso traçar novos rumos.

A gestão também necessita avaliar alguns aspectos, como as situações de prevenção e correção, os recursos disponíveis e os resultados das auditorias. Qualquer risco precisa ser considerado e avaliado, porém, as oportunidades de negócio precisam ser reavaliadas, pois em momentos de crise as empresas podem crescer e mudar seu foco, para algo melhor.

Um aspecto positivo deverá restar deste período: as empresas estarão mais preparadas para futuras crises que causam impactos fortes e que afetam a população como um todo. Nessa grande transformação, a melhor uso da tecnologia poderá ser a base para uma administração devanguarda. Aqueles que melhor se adequarem às transformações certamente estarão mais fortes e flexíveis a estes cenários.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Através do presente estudo foi possível concluir que a COVID-19 trouxe e trará impactos em diversas áreas. As empresas precisarão de se adequar e buscar novas oportunidades de mercado, acatando essa nova demanda e ajustando seu processo de gestão e planejamento para alcance dos seus objetivos maiores.

Nota-se que a crise leva a essa nova adequação e as empresas precisam se organizar para que aproveitem ao máximo os benefícios que a crise pode, eventualmente, trazer e que não valorizem apenas os aspectos negativos ou obstáculos ao seu desenvolvimento.

O presente estudo teve como questão norteadora analisar quais impactos da COVID-19 nos pequenos negócios do município de Cláudio e de que forma os empreendimentos estão reagindo. Notou-se que os pequenos empresários estão se reinventando, criando parcerias, promoções, investindo em mídias digitais e, principalmente, planejando de forma estratégica.

O presente estudo atingiu o objetivo proposto, sendo possível concluir que a pandemia da COVID-19 afetou de forma impactante as pequenas empresas e necessitou que as mesmas se readequassem a um novo mercado, que demanda inovação constante e

criatividade.

Uma das limitações do estudo consistiu na ausência de pesquisas sobre a pandemia, visto que é um tema ainda recente no âmbito acadêmico.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 11.101, de 9 de fevereiro de 2005. **Regula a recuperação judicial, a extrajudicial e a falência do empresário e da sociedade empresária.** Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/lei/111101.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111101.htm). Acesso em: 12 fev. 2021.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos; DINIZ, Eli. **Empresariado industrial, democracia e poder político. 2009.** ISSN 0101-3300. São Paulo: Novos estud. – CEBRAP n. 84, 2009.

CARDIA, Wesley. **Crise de Imagem e Gerenciamento de Crises.** Rio de Janeiro: Mauad X, 2015.

FARIA, Juliano Almeida e., AZEVEDO, Tania Cristina., OLIVEIRA, Murilo Silva. **A utilização da contabilidade como ferramenta de apoio à gestão nas micro e pequenas empresas do ramo de comércio de material de construção de Feira de Santana/BA.** Revista da Micro e Pequena Empresa. Campo Limpo Paulista. v.6, n.2, p. 89-106, 2012 (Mai-Ago.).

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

IBGE. Cláudio –MG. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/claudio/panorama>. Acesso em: 12 de set. de 2020.

IBGE. **Desemprego no Brasil.** 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/desemprego.php>. Acesso em: 12 fev. 2021.

LACOMBE, Francisco. **Teoria geral da administração.** Saraiva, 2009.

LIMA, J. B. **Temas de pesquisa e desafios da produção científica sobre PME.** In: Encontro de Estudos sobre Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas, 2000. **Anais...** EGEPE: Maringá, 2000.

MARION, José Carlos. **Contabilidade básica.** 9.ed. São Paulo: Atlas, 1998.

NEVES, J. A. D; PESSOA, R. W. A. **Causas da mortalidade de micros e pequenas empresas: o caso das lojas de um shopping center.** Revista Organizações em Contexto, v. 2, n. 4, 2006

OLIVEIRA, Djalma P. R. **Introdução à administração: teoria e prática.** São Paulo: Atlas, 2009.

PEREIRA, D. R. **Fatores condicionantes da mortalidade de empresas que passaram pelo processo de incubação.** 2016. 81f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Política Social), Universidade Católica de Pelotas, Pelotas, 2016. Disponível em: [https://pos.ucpel.edu.br/ppgps/wp-content/uploads/sites/5/2018/03/DIEGO.PEREIRA\\_Fatores-Condicionantes-da-Mortalidade-de-Empresas-que-Passaram-pelo-Processo-de-Incubação.pdf](https://pos.ucpel.edu.br/ppgps/wp-content/uploads/sites/5/2018/03/DIEGO.PEREIRA_Fatores-Condicionantes-da-Mortalidade-de-Empresas-que-Passaram-pelo-Processo-de-Incubação.pdf). Acesso em: 21 de set. 2020.

PEREIRA, Marcelly. **Quais os efeitos do coronavírus sobre a produtividade?** Disponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/quais-os-efeitos-do-coronavirus-sobre-produtividade>. Acesso em: 28 dez. 2020.

PEREIRA, José Matias. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

RIANI, Flávio. **Economia do Setor Público: Uma Abordagem Introdutória.** 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 233 p.

ROSA, Mário. **A síndrome de Aquiles: como lidar com as crises de imagem.** São Paulo: Editora Gente, 2001.

ROSSETTI, José P. **Introdução à Economia.** 19. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 922 p.  
SEBRAE. Boletim de impactos da COVID-19 nos pequenos negócios. Disponível em: [https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/7dddeac12565bd496af4d637b2d5638b/\\$File/19404.pdf](https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/7dddeac12565bd496af4d637b2d5638b/$File/19404.pdf). Acesso em: 10 de set. de 2020.

SEBRAE. **Fatores Condicionantes e Taxa de Mortalidade de Empresas no Brasil.** Brasília: Sebrae, 2004. Disponível em: [https://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/8F5BDE79736CB99483257447006CBAD3/\\$File/NT00037936.pdf](https://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/8F5BDE79736CB99483257447006CBAD3/$File/NT00037936.pdf). Acesso em: 9 de ago. de 2020.

SEBRAE. **Participação das Micro e Pequenas Empresas na Economia Brasileira.** São Paulo, 2014. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Estudos%20e%20Pesquisas/Participacao%20das%20micro%20e%20pequenas%20empresas.pdf>. Acesso em: 21 de set. 2020.

SEBRAE. **Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas.** São Paulo, 2009. Disponível em: [www.sebrae.com.br/Serviço-Brasileiro-de-Apoio-às-Micro-e-Pequenas-Empresas](http://www.sebrae.com.br/Serviço-Brasileiro-de-Apoio-às-Micro-e-Pequenas-Empresas). Acesso em: 25 de set. de 2020.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração.** 12. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

VEJA, 2020. **Pandemia leva empresas a organizar rodízio de funcionários e home office.** Disponível em: <https://veja.abril.com.br/blog/radar/pandemia-leva-empresas-a-organizar-rodizio-de-funcionarios-e-home-office/>. Acesso em: 12 fev. 2021.

**ANEXO A:**  
**QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PEQUENOS EMPRESÁRIOS DO**  
**MUNICÍPIO DE CLÁUDIO-MG**

1 - Qual o ramo da sua empresa?

2 - Qual o número de funcionários?

1 a 3      4 a 6      6 a 8      9 a 10      10 ou mais

3 - No momento de pandemia houve rodízio de funcionários?

Sim                      Não

4 - Com a pandemia o lucro da empresa aumentou ou diminuiu?

Aumentou              Diminuiu

5 - Houve aumento de custos durante a pandemia?

Sim                      Não                      Outra:

6 - Houve algum custo de diminuiu durante a pandemia?

Sim                      Não                      Outra:

7 - A receita de vendas houve aumento ou queda neste momento de crise?

Aumento              Queda

8 - Qual o setor mais afetado na empresa durante a pandemia?

ADMINISTRATIVO    FINANCEIRO    LOGÍSTICA    MARKETING  
 PRODUTIVO    GERENCIAL    NENHUM SETOR    TODOS EM GERAL

9 - Quais foram os desafios gerados na empresa no momento de crise?

10 - Quais foram as inovações geradas sobre as vendas no período de isolamento social?

*Marketing digital*              *Delivery*              *Promoções*              *Parcerias*

11 - O que mudou na gestão com a pandemia?