

# **O CONCRETO E SUA ANÁLISE DE COMPRESSÃO COM A SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO PELO PÓ DE MADEIRA**

---

Organizadores:

BRUNO CARDOSO DE ANDRADE  
JOÃO PAULO ARAÚJO VIDAL FREITAS  
SANDRA MAIJANE SOARES DE BELCHIOR PIRES  
RÔMULO SOUZA AQUINO  
ELIAKIM ALVES BEZERRA  
RODOLFO ARAÚJO CAVALCANTI DE LIRA  
FRANCISCO IVO GOMES DE LAVOR



**O CONCRETO E SUA ANÁLISE DE  
COMPRESSÃO COM A SUBSTITUIÇÃO  
PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO  
PELO PÓ DE MADEIRA**



Todo o conteúdo apresentado neste livro é de  
responsabilidade do(s) autor(es).  
Esta obra está licenciada com uma Licença  
Creative Commons Atribuição-SemDerivações  
4.0 Internacional.

## Conselho Editorial

Prof. Dr. Ednilson Sergio Ramalho de Souza - UFOPA  
(Editor-Chefe)  
Prof. Dr. Laecio Nobre de Macedo-UFMA  
Prof. Dr. Aldrin Vianna de Santana-UNIFAP  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Raquel Silvano Almeida-Unespar  
Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa-UFMA  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ilka Kassandra Pereira Belfort-Faculdade Laboro  
Prof<sup>a</sup>. Dr. Renata Cristina Lopes Andrade-FURG  
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves-IFF  
Prof. Dr. Clézio dos Santos-UFRRJ  
Prof. Dr. Rodrigo Luiz Fabri-UFJF  
Prof. Dr. Manoel dos Santos Costa-IEMA  
Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Isabella Macário Ferro Cavalcanti-UFPE  
Prof. Dr. Rodolfo Maduro Almeida-UFOPA  
Prof. Dr. Deivid Alex dos Santos-UEL  
Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Maria de Fatima Vilhena da Silva-UFPA  
Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Dayse Marinho Martins-IEMA  
Prof. Dr. Daniel Tarciso Martins Pereira-UFAM  
Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Elane da Silva Barbosa-UERN  
Prof. Dr. Piter Anderson Severino de Jesus-Université Aix Marseille

Nossa missão é a difusão do conhecimento gerado no âmbito acadêmico por meio da organização e da publicação de livros científicos de fácil acesso, de baixo custo financeiro e de alta qualidade!

Nossa inspiração é acreditar que a ampla divulgação do conhecimento científico pode mudar para melhor o mundo em que vivemos!

*Equipe RFB Editora*

Bruno Cardoso de Andrade  
João Paulo Araújo Vidal Freitas  
Sandra Maijane Soares de Belchior Pires  
Rômulo Souza Aquino  
Eliakim Alves Bezerra  
Rodolfo Araújo Cavalcanti de Lira  
Francisco Ivo Gomes de Lavor

(Organizadores)

# **O CONCRETO E SUA ANÁLISE DE COMPRESSÃO COM A SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO PELO PÓ DE MADEIRA**

1ª Edição

Belém-PA  
RFB Editora  
2023

© 2023 Edição brasileira  
by RFB Editora  
© 2023 Texto  
by Autor  
Todos os direitos reservados

RFB Editora  
CNPJ: 39.242.488/0001-07  
Home Page: [www.rfbeditora.com](http://www.rfbeditora.com)  
Email: [adm@rfbeditora.com](mailto:adm@rfbeditora.com)  
Telefone: 91988857730  
Belém, Pará, Brasil

**Editor-Chefe:** Prof. Dr. Ednilson  
Ramalho  
**Diagramação:** Worges  
Editoração  
**Revisão de texto:** Autores  
**Capa:** Organizadores

**Bibliotecária:** Janaina Karina  
Alves Trigo Ramos-CRB 8/9166  
**Produtor editorial:** Nazareno Da  
Luz

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)



C744

O concreto e sua análise de compressão com a substituição parcial do agregado miúdo pelo pó de madeira / Bruno Cardoso de Andrade *et al.* (Organizador). Belém: RFB, 2023.

Outros organizadores  
João Paulo Araújo Vidal Freitas  
Sandra Maijane Soares de Belchior Pires  
Rômulo Souza Aquino  
Eliakim Alves Bezerra  
Rodolfo Araújo Cavalcanti de Lira  
Francisco Ivo Gomes de Lavor

Livro em PDF

ISBN 978-65-5889-601-2  
DOI 10.46898/rfb.cd2badf1-b6cd-4a2c-88a7-909add2a6283

1. Análise da resistência à compressão de concretos produzidos a partir da substituição parcial do agregado miúdo pelo pó de madeira. I. Andrade, Bruno Cardoso de *et al.* (Organizador). II. Título.

CDD 693

Índice para catálogo sistemático

I. Materiais e propósito específicos.

# SUMÁRIO

PREFÁCIO.....	7
APRESENTAÇÃO .....	9
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE CONCRETOS PRODUZIDOS A PARTIR DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO PELO PÓ DE MADEIRA.....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE CONCRETOS A PARTIR DOS MATERIAIS EM SUA CONSTITUIÇÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>SEGURANÇA DO TRABALHO E QUALIDADE LABORAL DO TRABALHADOR DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL ACOMETIDO PELA COVID-19.....</b>	<b>71</b>
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>ANÁLISE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE SÃO JOSÉ DE PIRANHAS-PB .....</b>	<b>91</b>
<b>CAPÍTULO 5</b>	
<b>ANÁLISE DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA CIDADE DE SOUSA-PARAÍBA .....</b>	<b>101</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>109</b>
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>110</b>



# PREFÁCIO

## O CONCRETO E SUA ANÁLISE DE COMPRESSÃO COM A SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO PELO PÓ DE MADEIRA

A pesquisa científica, sem dúvida, é altaneira nas frentes de enfrentamento dos problemas da sociedade. Por ser a aplicação prática de um conjunto de processos metódicos de investigação utilizados por um pesquisador para o desenvolvimento de um estudo acaba trazendo apontamentos assertivos sobre várias realidades.

As preocupações deste livro são distintas, se caracterizando como um estudo aberto sobre as possibilidades materiais entre Engenharia e a Arquitetura, além de representar, como possibilidade, elemento balizador de práticas e experiências pedagógicas.

Nos primeiros dois capítulos, o leitor poderá conhecer poderá entender como funciona o contexto industrial como produção do material seguindo normas técnicas brasileiras e o seu mecanismo de análise possibilitando entendimento sobre os elementos constituintes no objeto de estudo.

Nos capítulos seguintes, três e quatro, inicia-se as questões feitas a partir das análises obtendo resultados realizando a metodologia de produção do concreto através da substituição do agregado, porém, seguindo os mesmos cálculos da produção padrão, enfim os apontamentos obtidos com todos os resultados.

A partir do capítulo cinco, o enfoque recai sobre análises da compressão do concreto e seus materiais, juntamente das questões de segurança do trabalhador na construção civil. O contato do leitor com



essas questões possibilita o estudo analítico e conclusivo dentro do contexto traço do concreto e segurança na construção civil.

Enfim, é um tratado de excelência que pode contribuir para vários contextos: universitário, doméstico e acadêmico, constituindo-se como um protagonismo acadêmico em evidência. Excelente leitura a todas as pessoas!

**RÔMULO SOUZA AQUINO, ESP.**  
Especialista em Gestão de Obras - IPOG  
Coordenador do Curso de Arquitetura e Urbanismo das  
Faculdades Integradas do Ceará - UniFIC

# APRESENTAÇÃO

## O CONCRETO E SUA ANÁLISE DE COMPRESSÃO COM A SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO PELO PÓ DE MADEIRA

Caros Leitores!

**E**ste livro apresenta um estudo analítico de suma importância para a construção civil, em que a partir do aprofundamento em um novo traço de produção do concreto em relação a sua resistência é possível obter processos diferenciados na produção da construção civil.

Seus organizadores e autores exibem a respeito de novos materiais e segurança do trabalhador na construção civil, fator esse muito importante para o desenvolvimento de obras executivas de Arquitetura e Engenharia.

Infere-se que, esta produção científica reunida neste escopo de leitura cumpre a sua função na difusão do conhecimento, posto em artigos científicos, nas dimensões de estruturas de concreto em conexão com a Engenharia, Arquitetura e a Segurança do Trabalho. Ao passo que, seus idealizadores revelam, com base na revisão de estudos consultados às mais balizadas referências bibliográficas, e desenvolvem um estudo analítico de possibilidades para o concreto na construção civil.

Neste contexto, a escrita científica, aqui aposta, instiga e incentiva os leitores à busca pelo con.

Com certeza esta produção, caracteriza cenários da Construção Civil no Brasil, cujas informações subsidiam processos de produção que possibilitam a substituição de materiais degradantes por materiais de certa forma sustentáveis em partes de sua composição.

Dê o seu passo, alcance à ciência dos fatos!

O CONCRETO E SUA ANÁLISE DE COMPRESSÃO COM A  
SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO PELO PÓ DE  
MADEIRA - Assim, o recomendamos à leitura!

**RÔMULO SOUZA AQUINO, ESP.**  
Especialista em Gestão de Obras - IPOG  
Coordenador do Curso de Arquitetura e Urbanismo das  
Faculdades Integradas do Ceará - UniFIC

# CAPÍTULO 1

## **ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE CONCRETOS PRODUZIDOS A PARTIR DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO PELO PÓ DE MADEIRA**

### *ANALYSIS OF RESISTANCE TO THE COMPRESSION OF CONCRETES PRODUCED FROM THE PARTIAL REPLACEMENT OF THE MINOR AGGREGATE BY WOOD POWDER*

Bruno Cardoso de Andrade  
João Paulo Araújo Vidal Freitas  
Sandra Maijane Soares de Belchior<sup>1</sup>  
Rômulo Souza Aquino  
Eliakim Alves Bezerra  
Rodolfo Araújo Cavalcanti de Lira  
Francisco Ivo Gomes de Lavor<sup>2</sup>

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5807-2259>

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8219-802X>

## 1 CONTEXTO DA INDÚSTRIA CIVIL

**A** engrenagem motriz da indústria da construção civil no Brasil é o concreto. Sobre este, a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) estimou que entre os anos de 2005 a 2012, o mesmo teve um aumento de produção de cerca de 180%. Foram cerca de 51 milhões de metros cúbicos gerados no Brasil em 2012, aquecendo a economia nacional.

Como constituintes do concreto, os agregados são parte indispensável para uma obtenção de um concreto de qualidade. Dependendo das características, estes podem influenciar de maneira positiva ou negativa no desempenho do concreto. Como um dos agregados não convencionais do concreto, podemos citar o pó de madeira. Acerca deste, é possível explicar que o mesmo é oriundo dos processos de tratamento e beneficiamento de empresas do ramo madeireiro. DANTAS FILHO (2004) explica que tem aumentado o interesse pela reciclagem de resíduos diversos, como o pó de serra da indústria madeireira, tendo como única opção de uso, sua queima ou descarte final.

Para o presente trabalho, foi destacado que o local de estudo foi restringido para a região de Cajazeiras – PB, onde ainda pode ser atestado que os métodos construtivos são, assim como em toda a República Federativa do Brasil, danosos ao meio ambiente, visto que o potencial reciclável de cada material não é aproveitado. Tendo como exemplo a indústria madeireira dessa região, o desperdício desta matéria-prima para se conseguir realizar o beneficiamento e o tratamento da madeira é de muita relevância no ponto de vista ambiental, resultando em inúmeros quilos de serragem e pó de madeira gerados e sendo descartados sem que seu potencial possa ser explorado por completo.

Mediante o exposto anteriormente, o presente trabalho produziu concretos a partir de uma substituição parcial do agregado miúdo tradicional pelo pó de madeira obtido das serrarias, marcenarias e outras empresas que trabalham no ramo de tratamento e beneficiamento deste, visando a reutilização desse material em toda a sua capacidade construtiva. GRANDI (1995) elucida que a utilização do pó de serra como agregado miúdo em blocos de concreto busca melhorar o conforto ambiental da edificação e dá ao resíduo um destino mais nobre que a combustão, visto todo o potencial do mesmo

## 2 MECANISMO DE ANÁLISE DO CONCRETO

O estudo desenvolvido tem sua natureza do tipo aplicada. A forma de abordagem é do tipo qualitativa. Os seus objetivos são explicativos e quanto aos procedimentos técnicos desenvolvidos, estes são de natureza experimental, realizados no laboratório de Materiais de Construção e Técnicas Construtivas da Faculdade Santa Maria – FSM, na cidade de Cajazeiras – PB.

Para efetivação da produção do concreto, foram caracterizados inicialmente os materiais que o compõem: Aglomerante, agregado graúdo, agregado miúdo, água e o pó de madeira.

### Aglomerante

A ABNT NBR 5792 de 1991: Cimento Portland comum – define o cimento tipo Portland como sendo um aglomerante hidráulico obtido pela moagem de clínquer Portland ao qual se adiciona, durante a operação, a quantidade necessária de uma ou mais formas de sulfato de cálcio. Durante a moagem é permitido adicionar a esta mistura materiais pozolânicos, escórias granuladas de alto-forno e/ou materiais carbonáticos.

GRAM e NIMITYONGSKUL (1987) explicam que o meio alcalino da matriz de cimento e a influência da umidade ambiente limitam a vida útil dos elementos produzidos à base de elementos vegetais.

Acerca dos tipos de cimento Portland existentes no mercado, a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) os classifica da seguinte forma:

**Tabela 01:** Tipos de cimento Portland e suas adições e percentuais, respectivamente

Tipo de Cimento	Adições	Siglas
<b>Cimento Portland Comum</b>	Escória, pozolana (até 5%)	CP I
	Ou Fíler calcário (6-10%)	CP I - S
<b>Cimento Portland Composto</b>	Escória (6-34%)	CP II - E
	Pozolana (6-14%)	CP II - Z
<b>Cimento Portland de Alto Forno</b>	Fíler (11-25%)	CP II - F
	Escória (35-75%)	CP III
<b>Cimento Portland Pozolânico</b>	Pozolana (15-50%)	CP IV
<b>Cimento Portland de Alta Resistência Inicial</b>	Fíler (até 10%)	CP V - ARI

**Fonte:** ABCP, 2018

Vale salientar que estes são os tipos básicos normalizados para as classes 25, 32 e 40 MPa de resistência, mas é necessário esclarecer que a classe 25 não é mais produzida desde a década de 90, assim como o tipo CP I, só disponível, geralmente, por encomenda. (Associação Brasileira de Cimento Portland, 2018)

### Agregados

A NBR 9935:2011 define agregado como sendo material granular, geralmente inerte, com dimensões adequadas para a preparação da argamassa ou concreto. Coesa a esta, a NBR 7211 classifica os agregados do concreto em dois tipos: Agregados Miúdos e Agregados Graúdos.

Os Agregados Miúdos são agregados cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 4,75mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 150µm, em ensaio realizado de acordo com

a ABNT NBR NM 248, com peneiras definidas pela ABNT NBR NM ISO 3310-1.

Já os Agregados Graúdos são agregados cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 75mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 4,75mm, em ensaio realizado de acordo com a ABNT NBR NM ISO 3310-1.

O portal eletrônico Portal do Concreto explica que os agregados são os materiais adicionados juntamente à massa de cimento e água, para dar-lhe corpo, viabilizando economicamente a mistura.

Vale ressaltar também que as principais características do concreto dependem diretamente do tipo de agregado que está sendo adicionado à mistura (este podendo ser natural ou artificial), do seu local e processo de extração, de suas propriedades físicas e químicas

### Madeira

PLETZ (2016) explica que a madeira é colocada em pauta de discussão sobre sua utilização desde o século XIX, quando surgiram as estruturas de aço e de concreto armado e que no ano de 2005, na Conferência Mundial sobre Construções Sustentáveis em Tóquio, a madeira foi eleita como o material do futuro sustentável.

De acordo com dados do Serviço Florestal Brasileiro, o Brasil possui a segunda maior cobertura florestal do mundo, atrás apenas da Rússia. O Ministério do Meio Ambiente estima que cerca de 69% dessa cobertura possua potencial produtivo. O valor estimado correspondente à produção dos segmentos madeireiros no país chegou a quase R\$ 90 bilhões em 2014, apontam dados publicados no SNI (Serviço Nacional de Informações), confirmando a importância da indústria madeireira no Brasil.



A utilização da madeira como material de construção é crucial para o desenvolvimento da construção civil. Seja esta utilizada como material para esquadria, para cimbramento, escoramento de lajes ou desempenhando função estrutural de sustentação de telhados, a madeira é indispensável na execução de qualquer obra.

O processo de tratamento e beneficiamento da madeira para utilização em qualquer área, seja na construção civil, na indústria moveleira, na elaboração e confecção de objetos de decoração ou instrumentos musicais acaba por gerar, pelo menos, dois tipos de resíduos que ainda não foram explorados em toda a sua capacidade: o pó da madeira e a serragem.

MATOSKY (2005) explica que as construções de madeira requerem um processo construtivo de baixo consumo de energia, no que resulta em baixa quantidade de emissão de carbono. Ainda, essa correlação se deve ao fato de que uma maior utilização de madeira colabora com a redução das emissões.

BODIG, JANE (1993) explicam que a madeira tem um elevado valor econômico, e esta ajuda no desenvolvimento industrial de diversos países. “A madeira tem um enorme valor econômico e ajuda no desenvolvimento industrial de muitos países. Nos anos de 1870, a madeira foi tida como o maior material de construção, em termos quantitativos.

LIMA et al. (2017) apresenta que o problema do resíduo gerado pela utilização da madeira é o baixo valor de mercado e a baixa densidade, sendo necessários grandes espaços para os armazenar.

SAVASTANO e AGOPYAN (1999) relatam que as fibras vegetais sofrem grande influência das intempéries e da alcalinidade, quando associadas ao cimento, por causa da decomposição química

da lignina e da hemicelulose presentes na lamela intermolecular, o que reduz a capacidade de reforço das fibras individuais (células).

### Mistura Dos Constituintes Para Produção Do Concreto

A mistura dos constituintes para produção do concreto foi realizada de forma mecanizada, com o auxílio de máquina betoneira existente no laboratório de materiais de construção civil e técnicas construtivas.

A betoneira utilizada para realizar a mistura dos constituintes do concreto é da marca CSM e possui capacidade de 150 litros, como mostram as figuras 1 e 2

Figura 01: Vista frontal da betoneira



Fonte: Autor, 2019

Figura 02: Detalhamento da betoneira



Fonte: Autor, 2019

### Pó de madeira

O material a ser misturado com os componentes usuais do concreto foi o pó de serragem da madeira.

Ressalta-se que foi realizado um levantamento mediante ao quantitativo realizado acerca das marcenarias existentes da região metropolitana de Cajazeiras - PB, com a finalidade de se obter uma quantificação de pó de madeira gerado mensalmente pelas serrarias. Consecutivamente, deu-se início a elaboração dos corpos de prova,

utilizando traços diversificados em relação ao traço controle e substituindo parcialmente o agregado miúdo pelo pó de madeira.

GAZOLA (2007), diz que em sua composição físico-química natural, a madeira não funciona como um bom agregado para o cimento e, conseqüentemente, para o concreto. A principal causa deste é devido a ocorrência de alterações na hidratação, obrigando a madeira a passar por tratamentos para que esta seja utilizável junto ao cimento.

JOHN e AGOPYAN (1993) apontam diversas soluções para o controle da degradação dos compósitos. Tais como:

- Emprego de matrizes de baixa alcalinidade, com pH da água do poro inferior ao do cimento Portland comum, como o gesso e os cimentos especiais (cimentos com escória de alto forno - baixa alcalinidade).

- Redução da alcalinidade, por carbonatação acelerada da matriz.

- Proteção das fibras com polímeros, hidro-repelentes (resinas e asfaltos), ou agentes bloqueadores da reação de decomposição das fibras, tais como silicatos e sulfatos de sódio e magnésio.

Ressalta-se que para o presente trabalho, a pó de madeira passou por todos os ensaios correspondentes ao agregado miúdo. E este também foi mineralizado, utilizando uma solução de 30% de sulfato de alumínio, como descreve BERALDO e ARZOLLA (1999).

GRANDI (1991) diz que foram obtidos melhores valores de resistência à compressão com tratamento do pó de serra em solução alcalina, quando comparado às amostras sem lavagem.

Após este tratamento, as partículas da madeira ficaram recobertas por uma camada impermeável mineral, impedindo assim

o contato direto com as substâncias do cimento, melhorando sua aplicabilidade no mesmo.

### Determinação Da Dosagem

Para se realizar a determinação da dosagem de concreto, fez-se uso do método de dosagem da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), que é uma adaptação do método de dosagem do American Concrete Institute (ACI) e este pode ser aplicado tanto em concretos com consistência plástica, como fluida.

A princípio, para ser realizada a dosagem, foi feita a discriminação de todos os materiais constituintes do traço de concreto.

Estes são:

- Cimento Portland Tipo II com adição de Fíler e com resistência à compressão aos 28 dias de 32 MPa (CP II F - 32);
- Areia do tipo fina e sua granulometria, módulo de finura, massa específica e teor de umidade;
- Brita tamanho 1 (12,5 mm-25mm) e sua granulometria, dimensão máxima, massa específica e massa unitária;
- Pó de madeira e sua granulometria, módulo de finura, massa específica e teor de umidade.

### Moldagem Dos Corpos De Prova

Os corpos de prova foram moldados em formato cilíndrico e tamanhos de 10cmx20cm. O processo de moldagem destes se deu utilizando como referência normativa a ABNT NBR 5738-Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.

Foram feitos 5 tipos de dosagens experimentais com diferentes percentuais de substituição da areia por pó de serragem. Cada uma das dosagens possuiu 3 corpos de prova, afim de se obter uma média

aritmética ponderada dos ensaios. Ressalta-se que foi desenvolvido um traço convencional com 100% de areia, sem substituições, denominado de traço controle.

Este traço controle é utilizado como parâmetro para a resistência à compressão dos outros corpos de prova.

Os demais corpos de prova possuíram substituição parcial do agregado miúdo pelo pó de madeira. Os percentuais são, respectivamente: 5, 10, 15 e 20%. Estes valores foram escolhidos de maneira que pudessem ser obtidos resultados mais precisos acerca da resistência à compressão do concreto com o pó de madeira em sua constituição

### Descanso/Cura

Para a realização do processo de descanso e da cura, inicialmente esperou-se um tempo de 24 horas após a moldagem para se realizar a desforma, garantindo assim que o corpo de prova de concreto não perca a forma do molde. Logo após, este foi imerso em um tanque com água para que se dê início ao processo de cura, como descreve a norma ABNT NBR 5738-Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.

### Ensaio De Resistencia À Compressão

Posteriormente ao processo de cura, realizou-se o ensaio de resistência à compressão do corpo de prova será normatizado pela NBR 5739 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos e a prensa que realizou o ensaio de compressão é uma prensa hidráulica manual da empresa SOLOTEST® com capacidade de até 100tf, com indicador eletrônico digital. Possui um microprocessador com resolução de 0,01tf (10kgf) e bomba hidráulica manual. Esta é adequada para ensaios de compressão axial em corpos de prova de concreto de Ø15x30cm e, devido a aquisição de acessórios vendidos separadamente, foi possível realizar ensaios de compressão axial

em CP's de diâmetro nominal de  $\varnothing 10 \times 20$  cm. A mesma se encontra no laboratório de materiais de construção e técnicas construtivas na Faculdade Santa Maria.

**Figura 03:** Prensa Hidráulica Manual para Ensaios de Resistência à Compressão Axial de Corpos de Prova



Fonte: Autor, 2019.

### 3 RESULTADOS ADQUIRIDOS A PARTIR DAS ANALISES

#### Pó de Madeira

Para os ensaios de teor de umidade, massa específica e unitária do pó de madeira, estes foram realizados seguindo os mesmos aspectos metodológicos do agregado miúdo, visto que foi caracterizado como tal. Portanto, seus cálculos e procedimentos são idênticos ao do agregado miúdo padrão e não se fazem necessários de exposição.

Para tal, os valores encontrados mediante ensaios foram expostos no quadro 01 abaixo.

PÓ DE MADEIRA	
Ensaio	Resultado
Teor de Umidade	0,91%
Massa Específica	1,43g/cm <sup>3</sup>
Massa Unitária	0,109kg/dm <sup>3</sup>

Fonte: Autor, 2019.

Já para o ensaio de granulometria, os resultados encontrados foram tabulados no quadro 02 abaixo.

**Quadro 02:** Análise granulométrica do pó de madeira

GRANULOMETRIA DO PÓ DE MADEIRA	
Peneira	% Retido em cada peneira
4,75mm	0,0%
2,36mm	0,4%
1,18mm	15,1%
0,6µm	42,5%
0,3 µm	68,9%
0,15 µm	88,8%
Fundo	100,0%

Fonte: Autor, 2019.

Para a realização do ensaio de massa específica do pó de madeira, foi feita uma adaptação com a quantidade de material e o líquido para ensaio. A quantidade do pó de madeira foi reduzida para 60 gramas, visto que a massa específica é menor do que a dos agregados minerais convencionais. E para que fosse feito com êxito o ensaio, foi utilizado álcool etílico no lugar da água, garantindo assim a correta realização deste.

É necessário ressaltar que a mineralização do pó de madeira foi crucial para o aumento do valor da massa específica do pó de madeira, visto que a mesma impermeabiliza os vazios do pó de madeira, e impede que este absorva a água do traço de concreto, como explanado por BERALDO e ARZOLLA (1999).

A massa específica do pó de madeira, em seu estado natural, quando comparada ao do agregado miúdo mineral, apresentou valores mais baixos. O mesmo já era esperado, visto que o mesmo possui uma grande quantidade de índices de vazios, diferente da estrutura física da areia.

**Figura 4:** Mistura para mineralização do pó de madeira



Fonte: Autor, 2019.

**Figura 5:** Pó de madeira mineralizado em descanso para secagem



Fonte: Autor, 2019.

### Dosagem do traço

425,53 : 752,78 : 887,9 : 200

Fazendo a razão de todos os valores pela quantidade de cimento do traço, obteve-se a dosagem do traço para 1 kg de cimento.

Indexando os valores obtidos mediante cálculos definidos, temos, para a dosagem, a seguinte relação:

$$\frac{425,53 : 752,78 : 887,9 : 200}{425,53}$$

Logo, o a dosagem de concreto final foi de:

1 : 1,7 : 2,08 : 0,47

Para o traço determinado, vale ressaltar que o mesmo apresentou baixa relação água/cimento, diminuindo sua trabalhabilidade durante a mistura dos materiais e a moldagem. Já com todos os dados obtidos, foram executados 5 traços de concreto com percentuais distintos de substituição do agregado miúdo pelo pó de madeira.



Consecutivamente à execução do traço, os CP's foram moldados em moldes de PVC, para realizar o descanso, cura, e ao atingir a data necessária, os mesmos foram ensaiados acerca de sua resistência à compressão, como mostram as imagens 6 e 7.

Após conclusão de todas as fases de caracterização dos agregados, moldagem, desforma e cura dos corpos de prova, estes foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão, com o objetivo de analisar seus resultados e estudar sua viabilidade na construção civil.

Subsequentemente a obtenção dos valores de resistência à compressão, foram desenvolvidos os quadros subsequentes, nos quais foram inseridos os dados de diâmetro nominal dos corpos de prova, expressos em milímetros (mm) e os valores de resistência à compressão, aos 7 e aos 28 dias, expressos em Mpa

**Figura 6:** Execução do ensaio de resistência à compressão com substituição do agregado miúdo pelo pó de madeira (20%)



Fonte: Autor, 2019.

**Figura 7:** Execução do ensaio de resistência à compressão do traço controle (sem substituições)



Fonte: Autor, 2019.

**Figura 8:** Aferição de diâmetro do CP para cálculo de resistência à compressão



Fonte: Autor, 2019.

Acerca do traço controle, é possível constatar que o mesmo apresentou resultados de resistência à compressão entre 10 e 12 MPa. Este valor, quando analisado o seu traço, é tido como um valor baixo de resistência, mesmo aos 7 dias de cura.

**Quadro 03:** Resistência à compressão do traço controle aos 7 dias

TRAÇO CONTROLE - 7 dias						
Descrição		Amostra				Maior resistência dos exemplares (Mpa)
DATA/COL ETA	COMPOSIÇÃO	φmm	Newtons (N)	TF	Mpa	
03/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	92	72275,379	7,37	10,87	10,87
03/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	92	79336,20	8,09	11,93	11,93
03/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	89	75217,39	7,67	12,09	12,09
<b>Valor utilizado (MPa)</b>						<b>11,93</b>

Fonte: Autor, 2019.

O quadro 4 mostra os resultados do ensaio para com 5% de substituição parcial do agregado miúdo pelo pó de madeira. Os resultados variaram de 9,45 MPa para 12,41 MPa. Visto a grande diferença de resistências, foi adotado um valor intermediário de 11,96 MPa como referência.

**Quadro 04:** Resistência à compressão com 5% de substituição aos 7 dias

5% - 7 dias						
Descrição		Amostra				Maior resistência dos exemplares (Mpa)
DATA/COLETA	COMPOSIÇÃO	φmm	Newtons (N)	TF	Mpa	
03/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	91	61488,01	6,27	9,45	9,45
03/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	91	80709,14	8,23	12,41	12,41
03/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	90	76099,99	7,76	11,96	11,96
<b>Valor utilizado (MPa)</b>						<b>11,96</b>

Fonte: Autor, 2019.

**Quadro 05:** Resistência à compressão com 10% de substituição aos 7 dias

10% - 7 dias						
Descrição		Amostra				Maior resistência dos exemplares (Mpa)
DATA/COLETA	COMPOSIÇÃO	φmm	Newtons (N)	TF	Mpa	
03/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	92	77669,06	7,92	11,68	11,68
03/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	91,5	71686,98	7,31	10,90	10,90
03/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	91	78845,87	8,04	12,12	12,12
<b>Valor utilizado (MPa)</b>						<b>11,68</b>

Fonte: Autor, 2019

Para análise dos 10% de substituição, foi possível constatar que o mesmo possuiu valores de resistência entre 10,90 e 12,12 MPa, evidenciando que o mesmo avultou quando comparado com o traço controle, apesar da substituição.

O quadro 06 acima evidenciou a resistência à compressão dos concretos com 15% de substituição, e, a partir dele, é possível constatar que houve um aumento expressivo dos valores de resistência, com CP's de resistência entre 11,10 e 16,68 MPa quando comparados com o traço controle

**Quadro 06:** Resistência à compressão com 15% de substituição aos 7 dias

15% - 7 dias						
Descrição		Amostra				Maior resistência dos exemplares (Mpa)
DATA/COLETA	COMPOSIÇÃO	φmm	Newtons (N)	TF	Mpa	
03/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	91	72177,31	7,36	11,10	11,10
03/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	90	85318,29	8,7	13,41	13,41
03/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	92	110913,78	11,31	16,68	16,68
<b>Valor utilizado (MPa)</b>						<b>13,41</b>

Fonte: Autor, 2019

**Quadro 07:** Resistência à compressão com 20% de substituição aos 7 dias

20% - 7 dias						
Descrição		Amostra				Maior resistência dos exemplares (Mpa)
DATA/COLETA	COMPOSIÇÃO	φmm	Newtons (N)	TF	Mpa	
03/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	90,5	78159,40	7,97	12,15	12,15
03/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	91,4	102578,08	10,46	15,63	15,63
03/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	90	121603,08	12,4	19,11	19,11
<b>Valor utilizado (MPa)</b>						<b>15,63</b>

Fonte: Autor, 2019.

Acerca dos resultados obtidos no ensaio de resistência à compressão dos CP's com 20% de substituição aos 7 dias, é possível ressaltar que estes apresentaram os maiores valores do ensaio, com resistências entre 12,15MPa e 19,11 MPa.

Nos quadros abaixo estão expostos os resultados de resistência à compressão aos 28 dias de cura dos corpos de prova.

**Quadro 08:** Resistência à compressão do traço controle aos 28 dias

Traço Controle - 28 dias						
Descrição		Amostra				Maior resistência dos exemplares (Mpa)
DATA/COLETA	COMPOSIÇÃO	φmm	Newtons (N)	TF	Mpa	
31/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	94,5	101989,68	10,40	14,54	14,54
31/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	94	125918,03	12,84	18,14	18,14
31/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	96	156514,93	15,96	21,62	21,62
<b>Valor utilizado (MPa)</b>						<b>18,14</b>

Fonte: Autor, 2019.

Acerca do traço controle, é possível constatar que o mesmo apresentou resultados de resistência à compressão entre 14,54 e 21,62 MPa. Quando analisado, é possível constatar que apenas um dos valores supera o mínimo estabelecido para um concreto tido como estrutural.

**Quadro 09:** Resistência à compressão com 5% de substituição aos 28 dias

5% - 28 dias						
Descrição		Amostra				Maior resistência dos exemplares (Mpa)
DATA/COLETA	COMPOSIÇÃO	φmm	Newtons (N)	TF	Mpa	
31/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	95	176128,33	17,96	24,85	24,85
31/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	95,2	206921,37	21,1	29,07	29,07
31/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	92,5	205940,70	21	30,65	30,65
<b>Valor utilizado (MPa)</b>						<b>28,19</b>

Fonte: Autor, 2019

O quadro 09 explicita os resultados do ensaio para com 5% de substituição parcial do agregado miúdo pelo pó de madeira. Os resultados variaram de 24,85 MPa para 30,65 MPa. Visto a grande diferença de resistências, foi adotado um valor intermediário de 28,19 MPa como referência.

**Quadro 10:** Resistência à compressão com 10% de substituição aos 28 dias

10% - 28 dias						
Descrição		Amostra				Maior resistência dos exemplares (Mpa)
DATA/COLETA	COMPOSIÇÃO	φmm	Newtons (N)	TF	Mpa	
31/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	95	120426,28	12,28	16,99	16,99
31/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	95	202018,02	20,6	28,50	28,50
31/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	97,5	182796,89	18,64	24,48	24,48
<b>Valor utilizado (MPa)</b>						<b>23,32</b>

Fonte: Autor, 2019

Para análise dos 10% de substituição, foi possível constatar que o mesmo possuiu valores de resistência entre 16,99 e 28,50 MPa, evidenciando que o mesmo divergiu muito entre seus valores de resistência.

**Quadro 11:** Resistência à compressão com 15% de substituição aos 28 dias

15% - 28 dias						
Descrição		Amostra				Maior resistência dos exemplares (Mpa)
DATA/COLETA	COMPOSIÇÃO	φmm	Newtons (N)	TF	Mpa	
31/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	94	146315,96	14,92	21,08	21,08
31/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	90	87083,50	8,88	13,69	13,69
31/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	95	110227,31	11,24	15,55	15,55
<b>Valor utilizado (MPa)</b>						<b>16,77</b>

Fonte: Autor, 2019

O quadro 11 acima evidenciou a resistência à compressão dos concretos com 15% de substituição. A partir deste, é possível constatar que houve um aumento expressivo dos valores de resistência, quando comparados com o traço controle, com CP's de resistência entre 13,69 e 21,08 MPa.

**Quadro 12:** Resistência à compressão com 20% de substituição aos 28 dias

20% - 28 dias						
Descrição		Amostra				Maior resistência dos exemplares (Mpa)
DATA/COLETA	COMPOSIÇÃO	φmm	Newtons (N)	TF	Mpa	
31/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	97	175736,06	17,92	23,78	23,78
31/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	96	200056,68	20,4	27,64	27,64
31/05/2019	1;1,7;2,08;0,47	97	182404,62	18,6	24,68	24,68
<b>Valor utilizado (MPa)</b>						<b>25,37</b>

Fonte: Autor, 2019

Acerca dos resultados obtidos no ensaio de resistência à compressão dos CP's com 20% de substituição aos 28 dias, é possível ressaltar que estes apresentaram valores de ensaio, com resistências entre 23,78 MPa e 27,64 MPa, apresentando, dentre todas as amostras ensaiadas, os valores menos discrepantes.

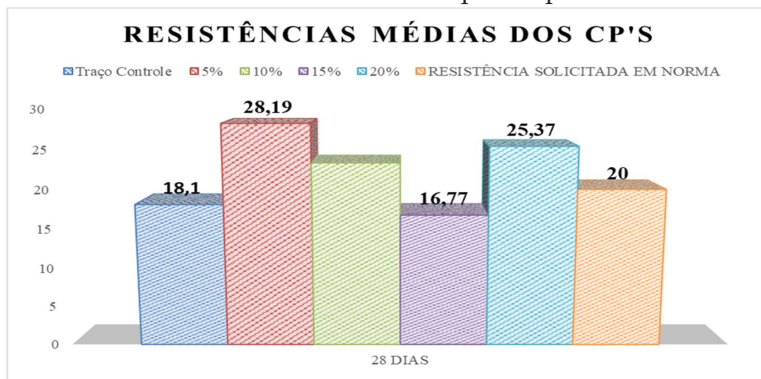
Com os dados dos quadros, é possível explicar que todos os corpos de prova rompidos aos 28 dias obtiveram aumento de sua resistência a compressão, quando comparados com os CP's rompidos aos 7 dias. O que mais chama atenção são os valores elevados de resistência dos corpos com 5 e 10% de substituição, pois diferiram de maneira exacerbada quando vistos em comparação aos valores obtidos na primeira análise. Com relação aos valores do traço controle, de 15 e 20% de substituição, estes também aumentaram quando comparados à primeira análise, porém os valores dos CP's de 15% não fizeram aumentos tão expressivos quanto os outros.

É importante ressaltar que, com uma baixa relação água/cimento, a trabalhabilidade dos concretos diminui de maneira que pode influenciar em seus adensamentos.

A NBR 8953 - Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência - explica que para um concreto ser classificado como estrutural, ele

precisa atingir resistência mínima de 20 MPa, evidenciado no quadro 05.

**Gráfico 01:** Resistência média dos corpos de prova aos 28 dias.



Fonte: Autor, 2019

A NBR 8953 – Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência – ainda explica que os concretos com classe de resistência inferior a 20 MPa (C20) não são estruturais, como mostra o quadro 13 abaixo e, caso estes venham a ser utilizados, devem ter seu desempenho atendido conforme a ABNT NBR 6118 e 12655.

**Quadro 13:** Quadro classificatório quanto à classe de resistência de concretos estruturais

Classe de resistência e grupo I	Resistência característica à compressão (MPa)	Classe de resistência e grupo II	Resistência característica à compressão (MPa)
C20	20	C55	55
C25	25	C60	60
C30	30	C70	70
C35	35	C80	80
C40	40	C90	90
C45	45	C100	100
C50	50		

**Adaptado de:** ABNT NBR 8953 – Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência



## 4 APONTAMENTOS A CERCA DO ESTUDO

Com todos os resultados obtido, foi possível concluir que a substituição parcial do agregado miúdo pelo pó de madeira influencia diretamente em sua resistência à compressão.

Quando considerados os valores de massa específica dos agregados e do aglomerante, é notório que os mesmos foram imprescindíveis para a determinação do traço. Apesar do processo de mineralização ter sido feito, o pó de madeira ainda apresentou baixas quantidades de massa específica em comparação ao do agregado miúdo natural.

Dito isto, é possível concluir que o concreto, em sua análise de resistência à compressão aos 7 dias, não atende aos requisitos mínimos de resistência para ser considerado estrutural, logo, o mesmo possui utilização restrita para situações onde seu desempenho e resistência não sejam critérios determinantes.

Já o concreto ensaiado aos 28 dias, em suas substituições de 5, 10 e 20% atingiu resistência superior ao mínimo solicitado em norma, podendo ser classificado como concreto estrutural. Os concretos de controle e 15% de substituição, que não atingiram os valores mínimos, assim como os concretos ensaiados aos 7 dias, terão utilização restrita a situações em que a resistência não seja um critério determinante.

## REFERÊNCIAS

ADALBERTO, Matosky. Utilização de pó de madeira com granulometria controlada na produção de painéis de cimento-madeira. 2005. 202p. Tese (Doutor em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005;

A IMPORTÂNCIA DOS ENSAIOS DE RESISTÊNCIA DO CONCRETO. 2017. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/a-importancia-dos-ensaios-de-resistencia-do-concreto/>>. Acesso em: 20 nov. 2018;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Uma breve história do cimento Portland. Disponível em: < <https://www.abcp.org.br/cms/basico-sobre-cimento/historia/uma-breve-historia-do-cimento-portland/> >. Acesso em: 06 de outubro de 2018;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro. 12p. 2015;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro. 13p. 2007;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5792: Cimento Portland comum. Rio de Janeiro. 05p. 1991;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro. 256p. 2014;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: Agregados para concreto – Especificações. Rio de Janeiro. 15p. 2005;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8953: Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Rio de Janeiro. 7p. 2015;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9776: Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman. Rio de Janeiro. 3p. 1987;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9935: Agregados – Terminologia. Rio de Janeiro. 16p. 2011;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11578: Cimento Portland Composto. Rio de Janeiro. 5p. 1991;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro. 29p. 2015;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15823: Concreto Autoadensável – Parte 1: Classificação, controle e recebimento no estado fresco. Rio de Janeiro. 14p. 2017;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 52: Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro. 13p. 2003;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 53: Agregado graúdo – Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro. 21p. 2002;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 65: Cimento Portland - Determinação do tempo de pega. Rio de Janeiro. 13p. 2002;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento de tronco de cone. Rio de Janeiro. 8p. 1998;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro. 06p. 2003;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Peneiras de ensaio - Requisitos técnicos e verificação. Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico (ISO 3310-1, IDT). Rio de Janeiro. 20p. 2011;

BACCIN, ANTONIO GUILHERME CANHASSI. FUNDAMENTOS DO CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO E SUA APLICAÇÃO NO PROJETO DE PILARES. São Carlos: [s. n.], 1998. Disponível em: [http://web.set.eesc.usp.br/static/data/producao/1998ME\\_AntonioGuilhermeCanhassiBaccin.pdf](http://web.set.eesc.usp.br/static/data/producao/1998ME_AntonioGuilhermeCanhassiBaccin.pdf). Acesso em: 20 maio 2019.

BERALDO, A. L.; ARZOLLA, J. A. R. Utilização de resíduos vegetais na produção de componentes para construção civil. 5º Congresso Brasileiro de Cimento (CBC). Associação Brasileira de Cimento Portland. ABCP. v 1. p. 150-170. São Paulo, 1999;

BERALDO, A. L. Généralisation et optimisation de la fabrication d'un composite biomasse végétale-ciment à variations dimensionnelles limites vis a vis des variations de l'humidite. Nancy: Université de Nancy I, 1994. 223 p. Thèse (Docteur em Sciences du Bois). Université de Nancy I, 1994;

BODIG, J. e JAYNE, B. A - Mechanics of wood and wood composites - Krieger publishing company - USA - 1993;

CAJAZEIRAS. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/cajazeiras/panorama>. Acesso em: 28 maio 2019;

CONCRETO BOMBEÁVEL. 2018. Disponível em: < <https://www.cortesiaconcreto.com.br/cortesia-concreto-concreto-bombeavel.html> > Acesso em: 20 de maio de 2019;

CONCRETO Leve. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.concreto-longo.com.br/concreto-leve>. Acesso em: 24 maio 2019.

CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL: SITUAÇÃO ATUAL E PROJEÇÕES PARA 2018. 2017. Disponível em: < <https://www.sienge.com>. >

br/blog/construcao-civil-no-brasil/ > Acesso em: 11 de novembro de 2018;

CONSTRUÇÃO CIVIL REPRESENTA 6,2% DO PIB DO BRASIL. 2017. Disponível em: < <https://www.sistemafibra.org.br/fibra/sala-de-impressao/noticias/1315-construcao-civil-representa-6-2-do-pib-brasil> > Acesso em: 11 de novembro de 2018;

CURVA DE ABRAMS. Disponível em: < <http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/05/abaixo-link-para-download-planilha-em.html> >. Acesso em: 19 de novembro de 2018;

DANTAS FILHO, Flavio Pedrosa. CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO PARA APLICAÇÃO DO PÓ DE SERRA DA MADEIRA EM ELEMENTOS DE ALVENARIA DE CONCRETO NÃO ESTRUTURAL. 2004. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, 2004;

DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DA PARAÍBA. João Pessoa: [s.n.], 2012. Disponível em: <<http://static.paraiba.pb.gov.br/2012/06/Di%C3%A1rioOficial09062012.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018;

eTURMA 2014.2 - ENGENHARIA CIVIL. MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL 2 - Método da dosagem de concreto da ABCP. Disponível em: < <https://engcivil20142.wordpress.com/2017/06/01/materiais-de-construcao-civil-2-metodo-de-dosagem-de-concreto-da-abcp/> > Acesso em: 25 de outubro de 2018;

FONSECA, Gustavo Celso da. ADIÇÕES MINERAIS E AS DISPOSIÇÕES NORMATIVAS RELATIVAS À PRODUÇÃO DE CONCRETO NO BRASIL: UMA ABORDAGEM EPISTÊMICA. 2010. Dissertação (Mestre em Construção Civil) - Engenharia Civil, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: < [http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/ISMS-8ALHAQ/disserta\\_\\_o\\_mestrado\\_gustavo.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/ISMS-8ALHAQ/disserta__o_mestrado_gustavo.pdf?sequence=1) > Acesso em: 27 de maio de 2019;

FRASSON JUNIOR, A. Metodologia de dosagem e controle do processo produtivo de blocos de concreto para alvenaria estrutural. Florianópolis, 2000. 146p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GAZOLA. A. P., Argamassas de assentamento e revestimento fabricadas com compósito de cimento-madeira: Serragem da madeira de Pinus Taeda. Santa Catarina, 2007. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina;

KELES, José Genário. Investigação da resistência ao fogo de uma argamassa aditivada com fibras vegetais. 2011. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011;

GRAM, H. E.; NIMITYONGSKUL, P. Durability of natural fibres in cement based roofing sheets. Swedish Cement&Concrete Research Inst., Sweden – Journal of Ferrocement, v. 17, n. 4, pp. 321-327, 1987.

GRANDI, L. A. C. O uso do pó de serra como material de construção em misturas secas e argamassa. 1991. 92f. Tese (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

GRANDI, L. A. C. Placas pré-moldadas de argamassa de cimento e pó de serra. 1995. 128f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

HANAL, João Bento de. Fundamentos do Concreto Protendido. E-book de apoio para o curso de Engenharia Civil. Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Estruturas. São Carlos. 2005;

HELENE, P.e TERZIAN, P. Manual de dosagem e controle do concreto. PINI. São Paulo, 1992, 349p.

JOHN, V. M. e AGOPYAN, V. Materiais reforçados com fibras vegetais. In: Simpósio Internacional Sobre Materiais Reforçados com Fibras

para Construção Civil, 1993, São Paulo. Anais... São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. p.29-38.

LI, Z. Advanced concrete technology. [S.l.]: Wiley, 2011.

LIMA, et al. Caracterização do resíduo de serragem da madeira para utilização como agregado na construção civil em Salgueiro – PE. Trabalho apresentado na 69ª Reunião Anual SBPC. 16 – 22 de julho de 2017. Disponível em: < [http://www.sbpcnet.org.br/livro/69ra/resumos/resumos/2624\\_142c7ec027a8232ac5500adfaed31b0ea.pdf](http://www.sbpcnet.org.br/livro/69ra/resumos/resumos/2624_142c7ec027a8232ac5500adfaed31b0ea.pdf) >. Acesso em: 06 de setembro de 2018;

NEVILLE, A.M.; BROOKS, J.J. Tecnologia do Concreto. Porto Alegre: BOOKMAN Editora, 2013. E-book.

PEDROSO, Fábio Luís. Concreto: as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem. Concreto e Construções, São Paulo, 2009. Disponível em: [http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas\\_ibracon/rev\\_construcao/pdf/Revista\\_Concreto\\_53.pdf](http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/Revista_Concreto_53.pdf). Acesso em: 12 jun. 2019.

PEREIRA, Jusciano Caio dos Santos. O uso da Madeira na Construção Civil: Estudo de caso no Bairro Cidade Nova em Governador Valadares-MG. 2013. 20p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Governador Valadares, Governador Valadares, 2011. Disponível em: < [http://www3.ifmg.edu.br/site\\_campi/v/images/arquivos\\_governador\\_valadares/TCCjusciano.pdf](http://www3.ifmg.edu.br/site_campi/v/images/arquivos_governador_valadares/TCCjusciano.pdf) >. Acesso em: 06 de setembro de 2018;

PESQUISA inédita e exclusiva revela cenário do mercado brasileiro de concreto. São Paulo, 28 ago. 2013. Disponível em: <https://www.abcp.org.br/cms/imprensa/noticias/pesquisa-inedita-e-exclusiva-revela-cenario-do-mercado-brasileiro-de-concreto/>. Acesso em: 12 jun. 2019.

PINHEIRO, Libânio M.; MUZARDO, Cassiane D.; SANTOS, Sandro P. ESTRUTURAS DE CONCRETO. Características do Concreto, São Carlos, 2004. E-book.

PLETZ, Everaldo. A história da construção com madeira. 2016. Disponível em: < <http://madeiraconstrucao.com.br/a-historia-da-construcao-com-madeira/> >. Acesso em: 06 de setembro de 2018;

PORTAL DA MADEIRA. A madeira na história. 2008. Disponível em: < <http://portaldamadeira.blogspot.com/2008/12/madeira-na-historia.html> >. Acesso em: 06 de setembro de 2018;

PORTAL DO CONCRETO. Agregados para concreto. Disponível em: < <http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/agregado.html> >. Acesso em: 06 de setembro de 2018;

PROPRIEDADES DO CONCRETO FRESCO. In: SOBRAL, Hernani Sávio. PROPRIEDADES DO CONCRETO FRESCO. 6<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2000. ISBN 85-87024-43-4. E-book.

REGIÃO METROPOLITANA DE CAJAZEIRAS TEM 177.519 HABITANTES. Disponível em: < <https://coisasdecajazeiras.portaldidiario.com.br/regiao-metropolitana-de-cajazeiras-tem-177-519-habitantes/> > Acesso em: 30 de outubro de 2018;

RESUMO das especificações da ABNT. Disponível em: <[http://www.cimentoitambe.com.br/wp-content/uploads/2018/07/especificacoes\\_abnt2.pdf](http://www.cimentoitambe.com.br/wp-content/uploads/2018/07/especificacoes_abnt2.pdf)>. Acesso em: 08 nov. 2018.

ROSSIGNOLO, João Adriano. Concreto Leve Estrutural: Produção, propriedades, microestrutura e aplicações. 1<sup>a</sup>. Ed. São Paulo: Editora Pini Ltda., 2009. 150p;

SAVASTANO JR, H.; AGOPYAN, V. Fibras naturais para produção de componentes construtivos. FZEA-USP e EP-USP, 1999.



SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Seminário promove madeira brasileira no Reino Unido. 2017. Disponível em: < <http://www.florestal.gov.br/component/content/article?id=1133> >. Acesso em: 06 de setembro de 2018;

VANDERLEI, Romel Dias. PROPRIEDADES DO CONCRETO. 2008. Disponível em: < <http://www.gdace.uem.br/romel/MDidatico/ConcretosEspeciais/PEU4025-Aula06-Propriedades%20do%20Concreto.pdf> >. Acesso em: 20 de novembro de 2018;

# CAPÍTULO 2

## **ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE CONCRETOS A PARTIR DOS MATERIAIS EM SUA CONSTITUIÇÃO**

### *ANALYSIS OF THE COMPRESSION STRENGTH OF CONCRETE FROM THE MATERIALS IN THEIR CONSTITUTION*

Bruno Cardoso de Andrade  
João Paulo Araújo Vidal Freitas  
Sandra Maijane Soares de Belchior<sup>1</sup>  
Rômulo Souza Aquino  
Eliakim Alves Bezerra  
Rodolfo Araújo Cavalcanti de Lira  
Francisco Ivo Gomes de Lavor<sup>2</sup>

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5807-2259>

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8219-802X>

## 1 INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção civil nacional é um dos eixos econômicos que mais gera rentabilidade direta para o país, apesar de estar em queda decorrente das crises que vem enfrentando. De acordo com o portal eletrônico da construção civil Sienge (2018), a participação econômica da indústria da construção civil no Produto Interno Bruto (PIB) vem sofreu quedas consecutivas desde o ano de 2013, somando 14,3%, enquanto que o PIB nacional, no mesmo período, diminuiu 5,5%. Evidenciando que a perda deste percentual é maior do que até mesmo tudo o que foi gerado no país neste mesmo intervalo de tempo.

Apesar das perdas, a Federação das Indústrias do Distrito Federal (FIBRA) aponta que no ano de 2017, a indústria da construção civil representou cerca de 6,2% de um PIB de R\$ 5,7 trilhões de reais, o que representa um valor de R\$ 353,4 bilhões de reais, explicitando que a mesma é um dos setores indispensáveis para o crescimento não só do Brasil, mas de qualquer Estado.

Entre os materiais utilizados neste setor trabalhista, temos o concreto onde a ABNT NBR 6118:2014 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento define o concreto simples estrutural como um elemento estrutural elaborado com concreto e que não possui qualquer tipo de armadura, ou, se a possui, é em quantidade inferior ao mínimo exigido para o concreto armado.

PEDROSO (2009) explica que o concreto é um material construtivo altamente disseminado no meio. Este é o segundo produto mais consumido no mundo, ficando atrás apenas da água.

ROSSIGNOLO (2009) explica que o concreto de cimento Portland é o material de construção mais utilizado em todo o mundo e

que isso se deve ao fato de o concreto possuir uma aplicação versátil e de seus componentes serem produzidos de maneira mais fácil do que outros materiais construtivos.

Podemos explicar também que, no Brasil, o concreto foi e vem sendo aplicado em larga escala na construção civil utilizando majoritariamente os conhecimentos práticos adquiridos ao longo do tempo pelos colaboradores na obra. Este fato tem correlação direta com os chamados vícios construtivos, que estão presentes na rotina diária das construções. Concomitante, o fato de o concreto ser financeiramente mais viável e, de certa forma, mais prático do que a implementação de métodos construtivos alternativos, principalmente devido a capacitação da mão de obra nacional, o dito acaba sendo enviesado de seus padrões de qualidade

PEDROSO (2009) alude que o concreto, enquanto material de construção, nada mais é do que uma pedra artificial, que é moldada de acordo com a vontade do homem. Este pode passar por alterações em sua natureza, sejam estas físicas ou químicas e, com isto, se tornar outro tipo, com outras finalidades. Existem alguns concretos que, dependendo da necessidade na obra, apresentam boa viabilidade, podendo ser empregados na mesma. Alguns dos tipos que podem ser explanados, são:

Concreto Armado: A NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento – define o concreto armado como sendo um elemento cujo comportamento estrutural depende da aderência entre o concreto e a armadura, e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência, diferente do concreto protendido.

Concreto Autoadensável: A NBR 15823-1 – Concreto adensável Parte 1: Classificação, controle e recebimento no estado fresco – define

o Concreto Autoadensável como sendo concretos capazes de fluir, autoadensar pelo seu peso próprio, preencher a forma e passar por embutidos – seja armadura, dutos ou insertos – ao mesmo tempo que este mantém sua homogeneidade durante a mistura, transporte, lançamento e acabamento.

**Concreto Bombeável:** O portal eletrônico cortesia do concreto define o concreto bombeável como sendo todo tipo de concreto transportado por tubos rígidos e mangueiras flexíveis e é descarregado diretamente na obra ou em suas proximidades. A pressão pode ser aplicada por meio de pistões, ar comprimido ou pela deformação de tubos flexíveis.

**Concreto convencional:** O portal eletrônico Atex Brasil explica que o concreto convencional é o tipo mais usado de concreto e este é o mais comum utilizado em obras. Devido a sua versatilidade, o concreto convencional pode ser utilizado diretamente no solo, para fundações, ou ser lançado em fôrmas, para lajes e pisos.

**Concreto de alto desempenho:** BACCIN (1998) define o concreto de alto desempenho como sendo o concreto que possui facilidade de compactação, maior resistência ao ataque de agentes agressivos, permeabilidade, porosidade, durabilidade e deformações.

**Concreto leve:** O portal eletrônico concrelongo.com.br disserta que os concretos leves são concretos consagrados pelo seu baixo peso específico, chegando próximo de  $500\text{kg}/\text{m}^3$  e elevada capacidade de isolamento térmico e acústico.

**Concreto protendido:** HANAL (2005) explica que a diferença entre o concreto convencional e o concreto protendido está na armadura de protensão, seja ativa, ou passiva. Esta cria um conjunto de tensões prévias nas regiões onde o concreto será tracionado, em consequência das ações destas sobre a estrutura.

Concreto pré-moldado: A NBR 0962 – Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-moldado – define o elemento pré-moldado como sendo elementos que são executados fora do local de utilização definitiva na estrutura, com controle de qualidade, normatizado pela mesma.

SOBRAL (2000) explicita que o concreto é tido como fresco enquanto a pasta estiver no estado fluido ou plástico e permitir uma reagrupação das partículas constituintes por uma ação dinâmica qualquer.

Este trabalho salientará o concreto de cimento Portland, que, de acordo com a ABNT NBR 12655 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento – este é definido como sendo um material formado pela mistura equilibrada do aglomerante, agregados e água, e pode ou não haver a adição de outros componentes em menor quantidade, tais como aditivos, pigmentos, sílica ativa, entre outros. O concreto de cimento Portland desenvolve suas propriedades através do endurecimento da pasta de cimento (cimento e água).

NEVILLE e BROKKS (2013) definem trabalhabilidade como sendo “a propriedade do concreto ou da argamassa recém-misturados, que determina a facilidade e a homogeneidade com a qual podem ser misturados, lançados, adensados e acabados”.

Ainda SOBRAL (2000), explana que o componente físico mais importante da trabalhabilidade é a consistência, visto que, aplicado ao concreto, traduz propriedades peculiares da mistura fresca relacionadas com a mobilidade da massa e a da coesão entre os elementos constituintes, tendo em vista a uniformidade e a compacidade do concreto e o bom rendimento da execução.

A trabalhabilidade do concreto é afetada por três classes de fatores: as características do próprio concreto, representadas pela sua consistência, que corresponde ao grau de plasticidade da massa e pela sua capacidade de manter-se homogênea; as condições de manipulação, envolvendo os tipos de equipamentos e sistemas de trabalho adotados nas operações e produção, transporte e lançamento do concreto; as condições de projeto, caracterizadas pelas dimensões dos elementos de construção e afastamento das armaduras.

De acordo com FRASSON JUNIOR (2000) o excesso de água necessário para proporcionar a consistência desejada ao concreto quando excedida além daquela necessária à hidratação dos cimentos, dá origem a poros que fazem diminuir a resistência dos concretos.

DANTAS FILHO (2004) explica que os concretos plásticos obedecem a uma lei conhecida como “Lei de Lyse”, onde: “A quantidade de água a ser empregada em um concreto com um determinado grupo de materiais (mesmo cimento, agregado miúdo e graúdo), para obter-se uma dada trabalhabilidade, é praticamente constante e independe do traço deste concreto”.

Já a consistência, de acordo com SOBRAL (2000), o principal fator a influenciar a consistência é a relação água/mistura seca. Visto que é através dela seca que se verifica a influência da relação água/cimento na consistência do concreto.

Li (2011) explana que com o passar do tempo de hidratação, o concreto passa de um estado fluido para um estado plástico, e, logo em seguida, a um estado sólido. Endurecido, o concreto está apto a suportar as cargas solicitadas como um material estrutural.

HELENE e TERZIAN (1992) explicam que a massa específica do concreto no estado endurecido é influenciada pela massa específica dos seus constituintes e pelas proporções na mistura. A granulome-

tria, forma e a textura dos grãos também influenciam, já que podem proporcionar uma melhor distribuição, ocupando o máximo de espaço no interior do concreto, reduzindo a porosidade e, conseqüentemente, aumentando a massa específica.

A NBR 8953 explica que os concretos devem ser classificados por sua massa específica em normal (C), leve (CL) ou pesado (CD) seguida de sua classe de resistência e de consistência, conforme tabelas explanadas nesta norma.

NEVILLE e BROKKS (2013) explanam que a massa específica pode ser obtida pela relação entre a massa do agregado seco e a massa de água que ocupa um volume igual ao volume dos sólidos, incluindo os poros impermeáveis.

O concreto possui propriedades específicas de acordo com o seu estado. Segundo VANDERLEI (2008), o concreto em seu estado endurecido, possui características peculiares que devem ser ressaltadas.

A resistência à compressão serve como parâmetro de referência para outras propriedades do concreto. De acordo com a ABNT NBR 6118, a resistência mínima aos 28 dias que um concreto estrutural deve possuir para que atenda aos requisitos é de 20 MPa.

MATOSKY (2005) Explica que a ruptura do corpo de prova de concreto se dá pela propagação das fissuras no corpo de prova, procurando a linha de menor energia de ruptura e que devido a esse fato a porosidade do material tem grande influência no valor da resistência à compressão.

Os ensaios de compressão axial do concreto são elaborados e normatizados com corpos de prova cilíndricos com dois diâmetros diferentes, Ø 15x30 cm ou Ø 10x20 cm.



Os principais fatores de resistência que influenciam à compressão, são:

- Quantidade e qualidade de materiais;
- Granulometria e tamanho dos agregados;
- Determinação da massa específica, massa específica unitária e aparente;
- Descanso/Cura;
- Relação água/cimento (a/c);

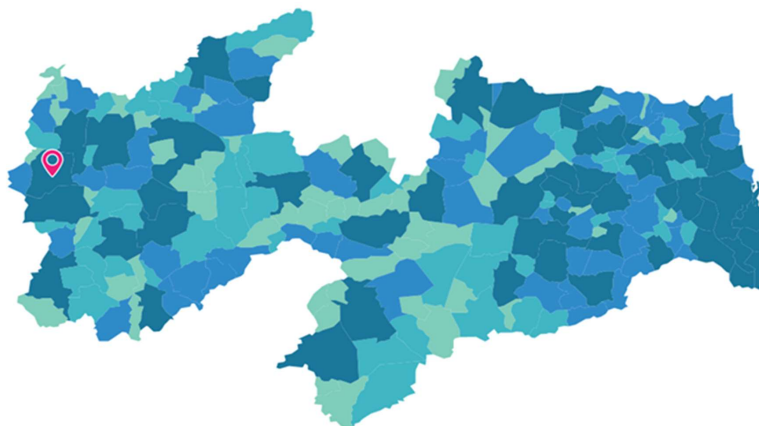
O portal eletrônico Mapa da Obra explana que a resistência à compressão é a propriedade do concreto que está diretamente ligada à segurança e estabilidade da estrutura, e que os ensaios são capazes de indicar eventuais variações da qualidade do concreto.

O objetivo do trabalho trata-se da caracterização dos agregados convencionais e não convencionais na construção civil; e viabilizar a utilização de materiais não convencionais

## **2 MECANISMO DE ANALISE DO EXPERIMENTO**

O local que estudado foi a região metropolitana da cidade de Cajazeiras - PB. Acerca de sua região metropolitana e das empresas produtoras de pó de serragem, realizou-se um levantamento dos pontos produtores do mesmo. Estes foram levantados conforme informações cedidas pela Coletoria Estadual de Primeira Classe de Cajazeiras - PB.

**Figura 01:** Localização da cidade de Cajazeiras no Estado da Paraíba



**Fonte:** <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/cajazeiras/panorama>

### Aglomerante

O aglomerante utilizado para a obtenção do traço de concreto foi o Cimento Portland do tipo CP II, com adição de Fíler e resistência à compressão aos 28 dias de 32 MPa (CP II - F - 32). Este aglomerante foi escolhido para compor o traço do concreto a ser estudado devido ser o tipo de cimento mais utilizado na região. Possui adição de Fíler (F), resistência à compressão máxima aos 28 dias de 32 MPa.

As características técnicas do aglomerante são normatizadas de acordo com a ABNT NBR 11578 - Cimento Portland Composto - e estão inseridas na tabela 01 abaixo:

**Tabela 1:** Especificações dos tipos de cimento de acordo com a ABNT NBR 11578/1991 - Cimento Portland Composto

PARÂMETROS	CP II-F-32	CP II-Z-32	CP IV-32 RS	CP V-ARI	CP II-F-40
TEMPO DE INÍCIO DE PEGA (HORAS);	≥ 1	≥ 1	≥ 1	≥ 1	≥ 1
MgO(%);	-	-	-	≤ 6,5	-
PERDA AO FOGO(%);	≤ 12,5	≤ 8,5	≤ 6,5	≤ 6,5	≤ 12,5
RESÍDUO INSOLÚVEL (%);	≤ 7,5	≤ 18,5	-	≤ 3,5	≤ 7,5
SO <sub>3</sub> (%);	≤ 4,5	≤ 4,5	≤ 4,5	≤ 4,5	≤ 4,5

<b>RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa);</b>					
<b>1 DIA;</b>	-	-	-	≥ 14,0	-
<b>3 DIAS;</b>	≥ 10,0	≥ 10,0	≥ 10,0	≥ 24,0	≥ 15,0
<b>7 DIAS;</b>	≥ 20,0	≥ 20,0	≥ 20,0	≥ 34,0	≥ 25,0
<b>28 DIAS;</b>					
<b>ADIÇÕES PERMITIDAS (%);</b>					
<b>ESCÓRIA;</b>	0	0	0	0	0
<b>FÍLER CALCÁRIO;</b>	11 a 25	0 a 15	0 a 10	0 a 10	11 a 25
<b>MATERIAL POZOLÂNICO;</b>	0	6 a 14	15 a 50	0	0

Adaptado de: < [http://www.cimentoitambe.com.br/wp-content/uploads/2018/07/especificacoes\\_abnt2.pdf](http://www.cimentoitambe.com.br/wp-content/uploads/2018/07/especificacoes_abnt2.pdf) >

### Agregado miúdo

O agregado miúdo utilizado correspondeu à areia quartzosa do tipo média, por esta possuir granulometria ideal para o desenvolvimento do traço de concreto, ela permite uma melhor coesão com o aglomerante, otimizando assim a resistência e diminuindo assim o número de vazios.

Para a caracterização desse agregado natural, inicialmente se elaborou o ensaio de granulometria do agregado miúdo. Logo após determinou-se a massa específica, utilizando como diretriz a NBR 9776 - Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman. E em concordância com esta, a determinação da massa específica do agregado miúdo dá-se da seguinte maneira:

Primeiro a água foi inserida no frasco Chapman até esta atingir a marca de 200 cm<sup>3</sup>, deixando em repouso, com finalidade de deixar que a água aderida às faces internas do frasco de Chapman escorram totalmente.

Em seguida, introduziu-se cuidadosamente 500 g de agregado miúdo seco no frasco, o qual deve ser devidamente agitado para eliminação das bolhas de ar. A leitura do nível atingido pela água no gargalo do frasco indica o volume, em cm<sup>3</sup>, ocupado pelo conjunto

água/agregado miúdo, alertando-se para que as faces internas do frasco devem estar completamente secas e sem grãos aderentes.

Por fim, a massa específica do agregado miúdo foi calculada de acordo com a equação 01 abaixo:

Equação 01

$$\gamma = 500 / (L - 200)$$

Na qual:

$\gamma$  = massa específica do agregado miúdo; deve ser expressa em g/cm<sup>3</sup>;

L = leitura do frasco (volume completo do frasco, ocupado pelo conjunto água-agregado miúdo).

#### Agregado graúdo

O agregado graúdo utilizado para a dosagem foi a brita de tamanho 1 (12,5 a 22mm), pois o mesmo é o mais encontrado na região e, por seu diâmetro relativamente menor, permite uma melhor coesão com o aglomerante e com o agregado miúdo.

A massa específica do agregado graúdo a ser utilizado foi calculada em concordância com a Norma Mercosul ABNT NBR NM 53 - Agregado graúdo - determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água.

Para realizar a determinação da massa específica do agregado, iniciou-se com a segregação do mesmo. Para tal, o material foi coletado de acordo com a norma ABNT NBR NM 27:2001 - Agregados - Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório. Após a coleta, o material que passou pela peneira de 4,75mm foi descartado, pois o mesmo não se enquadra para análise como agregado graúdo.

Após a separação, foi feita a lavagem do material, a fim de remover o pó ou qualquer outro material que possa existir na amostra. Depois de lavado, o material deve secar em estufa com temperatura controlada entre 100 e 110 °C. Após a secagem, retirar o material e deixar esfriar ao ar livre por pelo menos 1h. Após a determinação da massa mínima da amostra de ensaio, dá-se início ao procedimento para obtenção da massa específica.

#### Determinação da composição granulométrica dos agregados

O processo de granulometria do agregado miúdo e graúdo é feito utilizando como referência normativa a norma ABNT NBR NM 248: Agregados - Determinação da Composição granulométrica. Esta prescreve o método para a determinação da composição granulométrica de agregados miúdos e graúdos para concreto.

Em concordância com a norma vigente, o processo de determinação granulométrica dos agregados dá-se a partir da coleta e tratamento da amostra, que foi realizada de acordo com o que informa a ABNT NBR NM 26:2001 - Agregados - Amostragem.

Após a coleta, esta foi umedecida, utilizando água corrente, de maneira que foi evitada a segregação da amostra, para que se misture e sejam retiradas duas amostras para ensaio, como explicita a ABNT NBR NM 27:2001 - Agregados - Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório. As amostras para ensaio foram secas em estufa e, após retiradas, deixou-se esfriar em temperatura ambiente para que depois pudesse determinar suas massas.

Para realizar o ensaio, as peneiras foram limpas e encaixadas de maneira que se formou um único conjunto de peneiras, com a abertura de malhas das mesmas organizadas de maneira decrescente da base para o topo. Utilizou-se um fundo de peneira na base para que se colete o material que possa cair neste. A amostra do material foi

colocada sobre a peneira superior do conjunto, de maneira que não se formou uma camada espessa sobre nenhuma peneira.

Para as peneiras com aberturas superiores a 4,75 mm, a quantidade de material deve ser calculada pela seguinte expressão:

Equação 02;

$$m=2,5*a*s$$

Onde:

m é a máxima quantidade de material sobre cada peneira, em quilogramas;

a é a abertura da malha, em milímetros;

s é a superfície efetiva de peneiramento, em metros quadrados.

A máxima quantidade de material para peneiras com caixilho de diâmetro igual a 203 mm é dada na tabela 02 abaixo.

**Tabela 02:** Máxima quantidade de material sobre as telas das peneiras

Abertura da malha (mm)	Máxima quantidade de material sobre a tela (kg)
50	3,6
37,5	2,7
25,0	1,8
19,0	1,4
12,5	0,89
9,5	0,67
4,75	0,33
< 4,75	0,20

**Adaptado de:** ABNT NBR NM 248 - Agregados - Determinação da composição granulométrica.

Logo após a devida segregação dos materiais sobre as peneiras, dá-se início ao peneiramento mecânico, durante um intervalo de tempo razoável que se permita a separação e a classificação dos grãos do material.

Consecutivamente ao peneiramento, os materiais retidos nas peneiras foram removidos e colocados em bandejas com a devida iden-

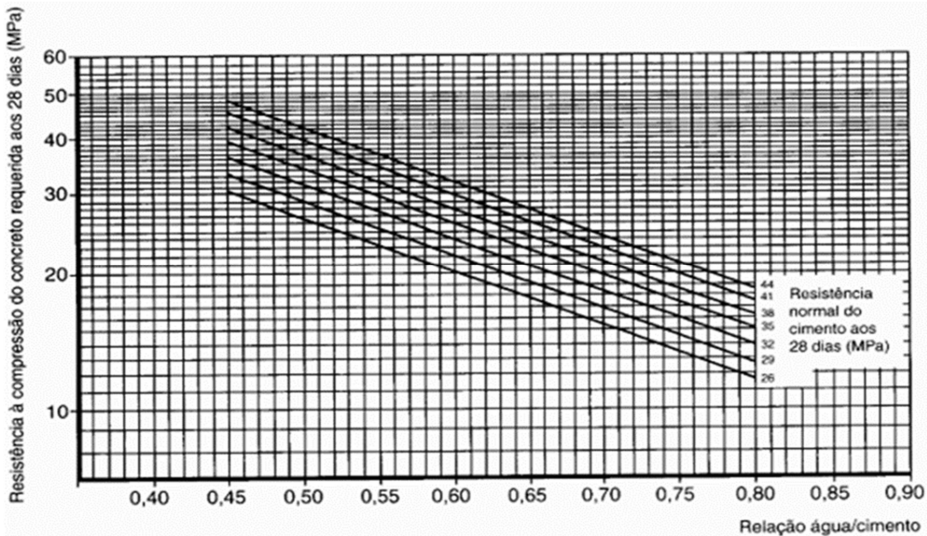
tificação. As bandejas foram escovadas para que seja retirado todo o material que ficou retido.

Após a separação e identificação dos materiais, foi feita a determinação da massa total que ficou retida em cada uma das peneiras e na bandeja de fundo.

### Água

A água a ser utilizada para realizar a mistura do aglomerante e dos agregados vem do abastecimento municipal e é fornecida pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA).

**Figura 02:** Ábaco para cálculo da relação água/cimento (a/c)



Fonte: < <http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/05/abaixo-link-para-download-planilha-em.html> >.

Logo após a descrição dos materiais, foi realizada a determinação da tensão de dosagem aos 28 dias ( $f_{cc28}$ ), obtido através da equação 01 abaixo:

Equação 03:

$$f_{cc28} = f_{ck} + 1,65 \cdot s_d$$

Onde o  $f_{ck}$  é o valor mínimo de resistência que o concreto deve apresentar (neste caso, será usado 25MPa), já o  $s_d$  é o valor do desvio padrão, obtido de acordo com a classe de agressividade a qual o concreto será submetido (para tal, foi adotado o valor de 5,5).

Após a obtenção do  $f_{cc28}$ , foi fixado o valor da relação água/cimento ( $x$ ). Esta, por sua vez, é de extrema importância para a realização da dosagem, tendo em vista que a água afeta diretamente na fluidez e, conseqüentemente, na resistência do concreto.

Para a obtenção do fator água/cimento, fez-se uso do ábaco acima, levando em consideração o valor de resistência à compressão requerida do concreto e o valor da resistência à compressão do cimento utilizado para a obtenção do traço. Finalmente, ao fazer a correlação dos itens acima, se obteve o fator água/cimento.

**Tabela 03:** Tabela para determinação do consumo de água em litros por metro cúbico de concreto utilizando a altura encontrada no ensaio de abatimento de tronco de cone

Consumo de água aproximado ( $l/m^3$ )

Abatimento (mm)	Dmáx. do agregado graúdo (mm)				
	9,5	19,0	25,0	32,0	38,0
40 a 60	220	195	190	185	180
60 a 80	225	200	195	190	185
80 a 100	230	205	200	195	190

**Adaptado de:** < <https://engcivil20142.wordpress.com/2017/06/01/materiais-de-construcao-civil-2-metodo-de-dosagem-de-concreto-da-abcpc/> >.

Para obter o consumo de água utilizado no traço de concreto, fez-se uso da tabela acima, que o estima utilizando a altura de concreto atingido no ensaio de abatimento de tronco de cone, como explana a ABNT NBR NM 67 – Concreto – Determinação da Consistência pelo abatimento de tronco de cone. Concomitantemente, usou-se da relação com o diâmetro máximo de agregado graúdo a ser utilizado no ensaio, para que obter o consumo de água da mistura em  $l/m^3$ .



Posteriormente à obtenção do consumo de água, se desenvolveu o cálculo do consumo de cimento a ser utilizado no traço de concreto utilizando a seguinte equação:

Equação 04;

$$C_c = C_a / (a/c)$$

Onde:

$C_c$  equivale ao consumo de cimento que se deseja encontrar;

$C_a$  é o consumo de água;

$a/c$  é a relação água/cimento.

Seguidamente, deve ser feita a determinação do consumo do agregado graúdo no traço de concreto. Este se dá pela seguinte equação:

Equação 05

$$C_b = V_b * \mu$$

Onde:

$C_b$  é o consumo de agregado graúdo (brita) da mistura;

$V_b$  é o volume compactado de agregado graúdo seco por  $m^3$  de concreto;

$\mu$  é a massa unitária compactada do agregado graúdo;

O volume do agregado graúdo seco por  $m^3$  de concreto foi encontrado fazendo a relação entre o módulo de finura do agregado miúdo e a dimensão máxima característica do agregado graúdo, como mostra a tabela 05.

**Tabela 04:** Tabela para cálculo do volume compactado de agregado graúdo seco por m<sup>3</sup> de concreto

MÓDULO DE FINURA DA AREIA	DIMENSÃO MÁXIMA CARACTERÍSTICA DO AGREGADO GRAÚDO ( $\Phi_{max}$ )				
	9,5mm	19mm	25mm	32mm	38mm
1,8	0,645	0,770	0,795	0,820	0,845
2,0	0,625	0,750	0,775	0,800	0,825
2,2	0,605	0,730	0,755	0,780	0,805
2,4	0,585	0,710	0,735	0,760	0,785
2,6	0,565	0,690	0,715	0,740	0,765
2,8	0,545	0,670	0,695	0,720	0,745
3,0	0,525	0,650	0,675	0,700	0,725
3,2	0,505	0,630	0,655	0,680	0,705
3,4	0,485	0,610	0,635	0,660	0,685
3,6	0,465	0,590	0,615	0,640	0,665

OBSERVAÇÃO:

1 – Os valores acima foram obtidos experimentalmente na Associação Brasileira de Cimento Portland.

**Adaptado de:** < <https://engcivil20142.wordpress.com/2017/06/01/materiais-de-construcao-civil-2-metodo-de-dosagem-de-concreto-da-abcp/> >.

Prontamente após a obtenção do consumo do agregado graúdo (brita), foi dado início ao cálculo do volume do agregado miúdo (areia) e o seu respectivo consumo, utilizando as equações:

Equação 06

$$V_m = 1 - (C_c / \gamma_c + C_b / \gamma_b + C_a / \gamma_a)$$

Para o volume do agregado miúdo;

Equação 07;

$$C_m = V_m \cdot \gamma_m$$

Para o consumo do agregado miúdo

Onde:

$C_c$  é o consumo do cimento;

$\gamma_c$  é a massa específica do cimento;

$C_b$  é o consumo do agregado graúdo;

$\gamma_b$  é a massa específica do agregado graúdo;

$C_a$  é o consumo da água;

$\gamma_a$  é a massa específica da água;

$C_m$  é o consumo do agregado miúdo;

$\gamma_m$  é a massa específica do agregado miúdo;

Finalmente, com todas as variáveis obtidas, a relação da dosagem do traço de concreto é feita com a seguinte expressão:

Equação 08

$C_c/C_c : C_m/C_c : C_b/C_c : C_a/C_c$

### 3 RESULTADOS DAS ANÁLISES

Agregado miúdo:

Teor de umidade do agregado miúdo;

**Tabela 05:** Teor de umidade do agregado miúdo

TEOR DE UMIDADE DO AGREGADO MIÚDO			
CÁPSULAS (Nº)	PESO DA CÁPSULA	PESO DO MATERIAL ANTES DA ESTUFA	PESO DO MATERIAL APÓS A ESTUFA
43	27,8g	127,8g	127,5g
45	25,0g	124,9g	124,7g
16	26,6g	126,5g	126,1g
29	28,2g	127,9g	127,5g

Fonte: Autor, 2019

Tendo como referências os valores do material antes e depois da secagem em estufa, é possível demonstrar que o teor de umidade natural do agregado miúdo possui baixa perda de umidade em relação ao meio, visto que o mesmo, por ser mineral, não possui elevada absorção de água.

- Análise granulométrica do agregado miúdo

A análise granulométrica observada a partir dos ensaios elaborados elucidam que a areia utilizada no presente traço é considerada como uma areia média, visto que a maior parte do material

fica retido nas peneiras de 1,18mm e 600 $\mu$ m. A quantidade de amostra utilizada foi de 400g e o procedimento está ilustrado na Figura 03.

Vale ressaltar que existem perdas de material durante o ensaio, logo, a massa final do ensaio difere da massa inicial ensaiada.

**Figura 03:** Quantidade de material retido em cada peneira.



Fonte: Autor, 2019

O Tabela 06 elucida as quantidades de material retido em cada peneira e no fundo de peneira. Dados estes cruciais para obtenção do módulo de finura do agregado miúdo.

**Tabela 06:** Análise granulométrica do agregado miúdo

PENEIRAS	RESULTADO (g)
4,75mm	0
2,36mm	2,7
1,18mm	157,5
600 $\mu$ m	144,7
300 $\mu$ m	65,3
150 $\mu$ m	16,6
Fundo de peneira	11,0
TOTAL	397,6

Fonte: Autor, 2019

- Módulo de finura do agregado miúdo

**Tabela 07:** Dados para obtenção do módulo de finura

PENEIRA	PORCENTAGEM (%)	PORCENTAGEM ACUMULADA (%)
4,75	0	0
2,36	0,67	0,67
1,18	39,59	40,26
600 $\mu\text{m}$	36,37	76,63
300	16,41	93,04
150	4,17	97,21
TOTAL	99,97	307,8

Fonte: Autor, 2019.

Com o somatório das porcentagens acumuladas obtido, podemos calcular o módulo de finura através da equação 09 abaixo.

Equação 09;

Módulo de finura=  $(\Sigma \text{porcentagens acumuladas}) / 100$

Logo, podemos concluir que:

Módulo de finura= 3,07

O módulo de finura do agregado miúdo, não é propriamente a dimensão mínima do mesmo. Porém, este está diretamente ligado à determinação da dosagem do traço de concreto.

- Massa específica do agregado miúdo;

Após aplicação do ensaio do agregado miúdo, foi possível obter os valores de massa específica do agregado miúdo, de acordo com as imagens 03 e 04 abaixo:

**Figura 03:** Materiais utilizados para realização do ensaio de massa específica



Fonte: Autor, 2019.

**Figura 04:** Amostragem final do ensaio de massa específica do agregado miúdo



Fonte: Autor, 2019.

### Agregado graúdo:

- Análise granulométrica do agregado graúdo

**Figura 05:** Série normal de peneiras para ensaio



Fonte: Autor, 2019.

A tabela 08 abaixo elucida os resultados da composição granulométrica do agregado graúdo.

**Tabela 08:** Composição granulométrica do agregado graúdo

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA						
PENEIRAS (mm)	MASSA (g)					RESULTADOS (%)
19,0	6,5	19,3	20,3	15,9	44,9	2,138
9,5	915	925	980	870	925	92,3
4,75	76	54,7	-	109,6	28,6	5,378
2,36	-	0,4	-	2,8	0,3	0,07
FUNDO DE PENEIRA	0,9	1,3	0,8	1,3	1,1	0,0874
TOTAL	998,4	1000,7	1001,1	999,6	999,9	99,9734

Fonte: Autor, 2019.

A partir dos resultados obtidos com os ensaios realizados, é possível atestar que a granulometria do agregado graúdo possui, predominantemente, granulometria de 9,5 milímetros de tamanho, se encaixando na tipologia de brita tipo 1.

- Massa específica do agregado graúdo

**Figura 06:** Ensaio de massa específica do agregado graúdo



Fonte: Autor, 2019.

$d=2,347 \text{ g/cm}^3$  de massa específica do agregado graúdo.

**Figura 07:** Recipiente utilizado para obtenção da massa unitária do agregado graúdo



Fonte: Autor, 2019.

**Figura 08:** Placa de vidro utilizada para remoção das bolhas do recipiente



Fonte: Autor, 2019.

Após o ensaio foi elaborado a tabela 09 abaixo, com os valores de 3 amostras de pesagens distintas, afim de obter a média aritmética ponderada dos resultados.

**Figura 09:** Recipiente preenchido com agregado graúdo



Fonte: Autor, 2019.



**Tabela 09:** Resultados das pesagens do agregado graúdo para massa unitária.

AMOSTRAGEM PARA MASSA ESPECÍFICA			
	CHEIO (kg)	VAZIO (kg)	RESULTADO (kg)
AMOSTRA 1	28,095	0,465	27,630
AMOSTRA 2	28,105	0,465	27,640
AMOSTRA 3	28,420	0,465	27,995

Fonte: Autor, 2019.

Após a obtenção dos valores, foi desenvolvido o tabela 10, expondo a média aritmética ponderada entre os resultados, com a finalidade de padronizar o valor final de massa unitária do agregado graúdo.

**Tabela 10:** Média aritmética do agregado graúdo para massa unitária

RESULTADOS	
AMOSTRA 1	1,361
AMOSTRA 2	1,362
AMOSTRA 3	1,387
MÉDIA	1,366

Fonte: Autor, 2019

A massa unitária aproximada do agregado graúdo para o traço de concreto é de 1,36 kg/dm<sup>3</sup>. Vale ressaltar que esta influencia diretamente no desenvolvimento do traço de concreto a ser obtido.

## 4 CONCLUSÕES DO EXPERIMENTO

Conclui-se que a constituição do concreto utilizado permite a variação da resistência do produto final de acordo com a composição do mesmo. Desta maneira o desenvolvimento pode ser realizado por uma considerável variedade de materiais em comunhão, podendo ainda variar de acordo com a quantidade e porcentagem do mesmo na constituição do concreto.

Assim sendo o concreto pode ser estudado de acordo com a necessidade da construção civil e de acordo com o local em si e sua constituição natural, o que acrescenta a possível utilização de materiais

presentes na região diminuindo os custos das obras e permite um maior fortalecimento da obra final.

## REFERÊNCIAS

A IMPORTÂNCIA DOS ENSAIOS DE RESISTÊNCIA DO CONCRETO. 2017. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/a-importancia-dos-ensaios-de-resistencia-do-concreto/>>. Acesso em: 20 nov. 2018;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Uma breve história do cimento Portland. Disponível em: < <https://www.abcp.org.br/cms/basico-sobre-cimento/historia/uma-breve-historia-do-cimento-portland/> >. Acesso em: 06 de outubro de 2018;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro. 12p. 2015;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro. 13p. 2007;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5792: Cimento Portland comum. Rio de Janeiro. 05p. 1991;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro. 256p. 2014;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: Agregados para concreto – Especificações. Rio de Janeiro. 15p. 2005;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8953: Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Rio de Janeiro. 7p. 2015;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9776: Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman. Rio de Janeiro. 3p. 1987;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9935: Agregados – Terminologia. Rio de Janeiro. 16p. 2011;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11578: Cimento Portland Composto. Rio de Janeiro. 5p. 1991;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro. 29p. 2015;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15823: Concreto Autoadensável – Parte 1: Classificação, controle e recebimento no estado fresco. Rio de Janeiro. 14p. 2017;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 52: Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro. 13p. 2003;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 53: Agregado graúdo – Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro. 21p. 2002;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 65: Cimento Portland - Determinação do tempo de pega. Rio de Janeiro. 13p. 2002;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento de tronco de cone. Rio de Janeiro. 8p. 1998;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro. 06p. 2003;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Peneiras de ensaio - Requisitos técnicos e verificação. Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico (ISO 3310-1, IDT). Rio de Janeiro. 20p. 2011;

BACCIN, ANTONIO GUILHERME CANHASSI. FUNDAMENTOS DO CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO E SUA APLICAÇÃO NO PROJETO DE PILARES. São Carlos: [s. n.], 1998. Disponível em: [http://web.set.eesc.usp.br/static/data/producao/1998ME\\_AntonioGuilhermeCanhassiBaccin.pdf](http://web.set.eesc.usp.br/static/data/producao/1998ME_AntonioGuilhermeCanhassiBaccin.pdf). Acesso em: 20 maio 2019.

BERALDO, A. L.; ARZOLLA, J. A. R. Utilização de resíduos vegetais na produção de componentes para construção civil. 5º Congresso Brasileiro de Cimento (CBC). Associação Brasileira de Cimento Portland. ABCP. v 1. p. 150-170. São Paulo, 1999;

BERALDO, A. L. Généralisation et optimisation de la fabrication d'un composite biomasse végétale-ciment à variations dimensionnelles limites vis a vis des variations de l'humidité. Nancy: Université de Nancy I, 1994. 223 p. Thèse (Docteur em Sciences du Bois). Université de Nancy I, 1994;

BODIG, J. e JAYNE, B. A - Mechanics of wood and wood composites - Krieger publishing company - USA - 1993;

CAJAZEIRAS. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/cajazeiras/panorama>. Acesso em: 28 maio 2019;

CONCRETO BOMBEÁVEL. 2018. Disponível em: < <https://www.cortesiaconcreto.com.br/cortesia-concreto-concreto-bombeavel.html> > Acesso em: 20 de maio de 2019;

CONCRETO Leve. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.concreto-longo.com.br/concreto-leve>. Acesso em: 24 maio 2019.

CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL: SITUAÇÃO ATUAL E PROJEÇÕES PARA 2018. 2017. Disponível em: < <https://www.sienge.com.br/blog/construcao-civil-no-brasil/> > Acesso em: 11 de novembro de 2018;

CONSTRUÇÃO CIVIL REPRESENTA 6,2% DO PIB DO BRASIL. 2017. Disponível em: < <https://www.sistemafibra.org.br/fibra/sala-de-imprensa/noticias/1315-construcao-civil-representa-6-2-do-pib-brasil> > Acesso em: 11 de novembro de 2018;

CURVA DE ABRAMS. Disponível em: < <http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/05/abaixo-link-para-download-planilha-em.html> >. Acesso em: 19 de novembro de 2018;

DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DA PARAÍBA. João Pessoa: [s.n.], 2012. Disponível em: <<http://static.paraiba.pb.gov.br/2012/06/Di%C3%A1rioOficial09062012.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018;

eTURMA 2014.2 - ENGENHARIA CIVIL. MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL 2 - Método da dosagem de concreto da ABCP. Disponível em: < <https://engcivil20142.wordpress.com/2017/06/01/materiais-de-construcao-civil-2-metodo-de-dosagem-de-concreto-da-abcp/> > Acesso em: 25 de outubro de 2018;

FONSECA, Gustavo Celso da. ADIÇÕES MINERAIS E AS DISPOSIÇÕES NORMATIVAS RELATIVAS À PRODUÇÃO DE CONCRETO NO BRASIL: UMA ABORDAGEM EPISTÊMICA. 2010. Dissertação (Mestre em Construção Civil) - Engenharia Civil, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: < [http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/ISMS-8ALHAQ/disserta\\_\\_o\\_mestrado\\_gustavo.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/ISMS-8ALHAQ/disserta__o_mestrado_gustavo.pdf?sequence=1) > Acesso em: 27 de maio de 2019;

FRASSON JUNIOR, A. Metodologia de dosagem e controle do processo produtivo de blocos de concreto para alvenaria estrutural. Florianópolis, 2000. 146p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

KELES, José Genário. Investigação da resistência ao fogo de uma argamassa aditivada com fibras vegetais. 2011. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011;

GRAM, H. E.; NIMITYONGSKUL, P. Durability of natural fibres in cement based roofing sheets. Swedish Cement&Concrete Research Inst., Sweden - Journal of Ferrocement, v. 17, n. 4, pp. 321-327, 1987.

GRANDI, L. A. C. O uso do pó de serra como material de construção em misturas secas e argamassa. 1991. 92f. Tese (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

GRANDI, L. A. C. Placas pré-moldadas de argamassa de cimento e pó de serra. 1995. 128f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

HANAL, João Bento de. Fundamentos do Concreto Protendido. E-book de apoio para o curso de Engenharia Civil. Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Estruturas. São Carlos. 2005;

HELENE, P.e TERZIAN, P. Manual de dosagem e controle do concreto. PINI. São Paulo, 1992, 349p.

JOHN, V. M. e AGOPYAN, V. Materiais reforçados com fibras vegetais. In: Simpósio Internacional Sobre Materiais Reforçados com Fibras para Construção Civil, 1993, São Paulo. Anais... São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. p.29-38.

LI, Z. Advanced concrete technology. [S.l.]: Wiley, 2011.

NEVILLE, A.M.; BROOKS, J.J. Tecnologia do Concreto. Porto Alegre: BOOKMAN Editora, 2013. E-book.

PEDROSO, Fábio Luís. Concreto: as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem. Concreto e Construções, São

Paulo, 2009. Disponível em: [http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas\\_ibracon/rev\\_construcao/pdf/Revista\\_Concreto\\_53.pdf](http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/Revista_Concreto_53.pdf). Acesso em: 12 jun. 2019.

PESQUISA inédita e exclusiva revela cenário do mercado brasileiro de concreto. São Paulo, 28 ago. 2013. Disponível em: <https://www.abcp.org.br/cms/imprensa/noticias/pesquisa-inedita-e-exclusiva-revela-cenario-do-mercado-brasileiro-de-concreto/>. Acesso em: 12 jun. 2019.

PINHEIRO, Libânio M.; MUZARDO, Cassiane D.; SANTOS, Sandro P. ESTRUTURAS DE CONCRETO. Características do Concreto, São Carlos, 2004. E-book.

PORTAL DO CONCRETO. Agregados para concreto. Disponível em: < <http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/agregado.html> >. Acesso em: 06 de setembro de 2018;

PROPRIEDADES DO CONCRETO FRESCO. In: SOBRAL, Hernani Sávio. PROPRIEDADES DO CONCRETO FRESCO. 6<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2000. ISBN 85-87024-43-4. E-book.

REGIÃO METROPOLITANA DE CAJAZEIRAS TEM 177.519 HABITANTES. Disponível em: < <https://coisasdecajazeiras.portaldidiario.com.br/regiao-metropolitana-de-cajazeiras-tem-177-519-habitantes/> > Acesso em: 30 de outubro de 2018;

RESUMO das especificações da ABNT. Disponível em: <[http://www.cimentoitambe.com.br/wp-content/uploads/2018/07/especificacoes\\_abnt2.pdf](http://www.cimentoitambe.com.br/wp-content/uploads/2018/07/especificacoes_abnt2.pdf)>. Acesso em: 08 nov. 2018.

ROSSIGNOLO, João Adriano. Concreto Leve Estrutural: Produção, propriedades, microestrutura e aplicações. 1<sup>a</sup>. Ed. São Paulo: Editora Pini Ltda., 2009. 150p;

SAVASTANO JR, H.; AGOPYAN, V. Fibras naturais para produção de componentes construtivos. FZEA-USP e EP-USP, 1999.

# CAPÍTULO 3

## SEGURANÇA DO TRABALHO E QUALIDADE LABORAL DO TRABALHADOR DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL ACOMETIDO PELA COVID-19

### *WORK SAFETY AND WORK QUALITY OF CIVIL CONSTRUCTION WORKER AFFECTED BY COVID-19*

Bruno Cardoso de Andrade  
João Paulo Araújo Vidal Freitas  
Sandra Maijane Soares de Belchior<sup>1</sup>  
Rômulo Souza Aquino  
Eliakim Alves Bezerra  
Rodolfo Araújo Cavalcanti de Lira  
Francisco Ivo Gomes de Lavor<sup>2</sup>

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5807-2259>

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8219-802X>



## 1 RELAÇÃO DO TRABALHO E DA SAÚDE

**E**m meados de 1970, o Movimento de Reforma Sanitária, que propunha uma nova concepção de Saúde Pública para o conjunto da sociedade brasileira, incluía em sua concepção a Saúde do Trabalhador (BRASIL, 2005).

As iniciativas propostas buscavam por alternativas para redução de acidentes no Brasil da década de 70, levando em consideração os seus altos índices. Essa realizado só foi implementada por força de imposição legal para que as empresas contratassem profissionais especializados, tais como: médicos do trabalho, auxiliares de enfermagem ou enfermeiro do trabalho, engenheiros e técnicos de segurança (BRASIL, 2005).

De acordo com a NR 04,

São obrigadas a manter os Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do trabalho (SESMT) e as Comissões Internas de Prevenção de Acidentes (CIPA) as empresas privadas e públicas (incluindo os hospitais) que possuem empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). São responsabilidades inerentes à CIPA e SESMT: a) zelar pela saúde e integridade física do trabalhador; b) revisar todos os acidentes envolvendo visitantes, pacientes e funcionários, bem como manter relatórios e estatísticas de todos os danos; c) investigar e analisar acidentes, recomendando medidas preventivas e corretivas para evitá-los; apoiar a área gerencial (BRASIL, 2014).

As leis e normas de proteção à integridade física do trabalhador são de naturezas cogentes, irrenunciáveis pelas partes (empregado e empregador), mas a falta ou aumento de índices de desemprego no país, acabam inibido os trabalhadores de questionarem melhorias em seu ambiente de trabalho, preferindo em alguns casos avaliar e aceitar o risco em troca de valores irrisórios, mediante pagamento de adicionais, e dessa forma contribuem para a falta de efetividade da legislação. Assim sendo, fica claro que qualquer dano deve ser

reparado patrimonialmente de forma exemplar, contudo, a adoção de medidas preventivas deve ser priorizada e exigida de seus responsáveis, sejam pessoas físicas ou jurídicas, incluindo também a Administração Pública.

A saúde é direito de todos e dever do Estado garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação (art. 196, BRASIL, 1988).

Neste contexto a interpretação da Constituição expressa uma efetiva proteção ao trabalhador, compelindo as empresas a adotarem todas as medidas necessárias para garantir sua saúde e segurança do trabalhador.

Além das disposições constitucionais, o Brasil também é signatário em diversas Convenções da Organização Internacional do Trabalho sobre a saúde do trabalhador, que se incorporam à legislação interna, podendo, assim, criar, alterar, complementar ou revogar as normas em vigor.

Para conceituarmos as concepções históricas da segurança do trabalho no Brasil, se faz necessário o entendimento de que, existem inúmeros sentidos para definir a Segurança no Trabalho.

É possível perceber a segurança do trabalho como um conjunto de dimensões amparadas em normas técnicas, rodeada por medidas médicas e psicológicas e direcionadas à prevenção de acidentes no exercício ocupacional. Tais medidas objetivam a educação dos trabalhadores no ambiente de trabalho mostrando-lhes as técnicas para evitar acidentes, bem como eliminar as condições de insegurança (VIEIRA, 1998).

Para que a segurança esteja presente no ambiente de trabalho não se faz necessária a utilização de medidas onerosas, podendo ser

atendida com medidas de baixo custo, desde que envolvam o trabalho em grupo, a simplicidade e principalmente o compromisso dos trabalhadores. As atividades laborais existem desde a fundação do mundo, mas o desenvolvimento de meios e técnicas para minimizar os impactos negativos para execução segura foi que desencadeou as preocupações com o que viriam décadas após com as medidas de segurança no trabalho.

Os registros históricos iniciais que envolvem a precaução da saúde e vida do trabalhador datam da Antiguidade e fazem menção ao papiro Anastacius V, que fazem relato das condições de trabalho de um pedreiro. No período em questão, datado de 2.360 a.C. no Egito, uma rebelião geral dos trabalhadores nas minas de cobre evidenciou ao faraó a imprescindibilidade de melhoria das condições de vida dos escravos (FERREIRA; PEIXOTO, 2012).

A Revolução Industrial na Inglaterra trouxe novas formas de trabalho e a exposição do trabalhador a várias situações de risco e insegurança. Tendo em vista, as péssimas condições físicas decorrentes da má alimentação e da falta de higiene nos barracões onde viviam, resultou em uma epidemia que se alastrou por diversas indústrias do país (FUNDACENTRO, 2005).

Em decorrência do fato, em 1802, foi promulgada a “Lei de Saúde e Moral dos Aprendizes”, regulamentando a mão de obra e objetivando a segurança do homem no trabalho. Esta Lei estabeleceu o limite de 12 horas de trabalhos diários, proibia o trabalho noturno e tornava obrigatória a ventilação das fábricas. No entanto, essas medidas foram ineficazes na redução do número de acidentes de trabalho. No entanto, ao longo dos anos o trabalho deixou de ser individual e/ou restrito a pequenos grupos, passando a ser desenvolvido por contingentes cada vez maiores de trabalhadores assalariados

e aumentando os problemas relacionados à Segurança e Medicina do Trabalho (FERREIRA; PEIXOTO, 2012).

Corroboraram alguns estudiosos e pesquisadores como Cruz (1996), ao afirmar que a segurança no ambiente laboral é uma conquista recente da sociedade, que somente se desenvolveu na idade moderna, mais precisamente no período entre as duas grandes guerras mundiais. No Brasil, as questões relacionadas à segurança no trabalho, surgiram na campanha eleitoral de Rui Barbosa, em 1919, que defendeu a criação de leis voltadas ao bem-estar social e a segurança do trabalhador. Em 1941, foi fundada a Associação Brasileira para Prevenção de Acidentes (ABPA), enquanto o Decreto Lei nº 5.452/1943, aprovou a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), com um capítulo específico destinado à Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO, 2005).

É possível perceber que no decorrer dos últimos anos, a implantação de leis, decretos, normas regulamentadoras e procedimentos relacionados à saúde e a segurança do trabalhador ainda não foram suficientes para alcançar seus objetivos de forma significativa, qual seja o de reduzir os índices de acidentes de trabalho, mas a fiscalização e os programas de prevenção governamentais e organizacionais continuam atuando junto às empresas e trabalhadores neste intuito

Ocorreram em 2011, aproximadamente 18 mil acidentes de trabalhos tendo como produtos diretos: morte ou invalidez permanente de trabalhadores. Além de que, outros 300 mil acidentes provocaram a invalidez temporária dos mesmos. É importante ressaltar que os números podem ter sido ainda maiores, se considerarmos que oficialmente não são contabilizados os registros do mercado informal (SENADO FEDERAL, 2013).

A indústria da construção civil vista sob o entusiasmo de grande importância para a ascensão econômica e social do país, através

da influência direta na qualidade de vida da população e na infraestrutura econômica do território nacional. A crescente demanda por matérias-primas em seu processo construtivo tem contribuído para um forte relacionamento com outros setores industriais, absorvendo assim uma parcela significativa da mão de obra com menor qualificação (MONTEIRO FILHA et al., 2010).

A epidemia no novo coronavírus expôs ainda mais as desigualdades sociais, perpassando por dimensões fundamentais para análise da evolução e mitigação da Covid-19 no contexto brasileiro. Populações de baixa renda, distribuídas de forma heterogênea pelas regiões do país, apresentam maior exposição ao novo coronavírus devido aos aglomerados urbanos, restrição ao saneamento básico, dependência de transporte público, e maior dificuldade de acesso aos serviços de saúde e aos testes diagnósticos. A literatura descreve que a desigualdade social é um fator determinante para transmissibilidade e gravidade das epidemias de infecções respiratórias já enfrentadas em diferentes continentes (BUCCHIANERI, 2010).

As parcialidades existentes no país certamente se intensificarão em decorrência da redução da atividade econômica. A informalidade, que representa aproximadamente 41,1% do mercado de trabalho brasileiro (IBGE, 2019), durante esse período de crise sanitária e econômica, figurará como um dos principais problemas relacionados à perda de renda com ausência de dispositivos de proteção social e garantia de direitos trabalhistas e de seguridade social.

A subnotificação da variável ocupação limita a Vigilância em Saúde do Trabalhador e inviabiliza a análise de risco entre as categorias profissionais. Essa condição de ausência de registro tem sido frequentemente debatida no campo da saúde. Entretanto, em condições de pandemia, em que a tomada de decisão deve considerar a proteção de trabalhadoras (es) para a manutenção de serviços essenciais e o distan-

ciamento social de grupos vulneráveis, para redução da progressão da doença, a subnotificação e subregistro das ocupações podem comprometer estratégias de enfrentamento e demarcar tendências em saúde.

A preocupação com a saúde e segurança do trabalhador é uma preocupação levada a “sério” há um tempo considerado curto, a pandemia do novo coronavírus apresentou uma configuração ainda mais preocupante em relação aos canteiros de obras da Construção Civil.

Diante de todas as questões sanitárias para mitigação das transmissões em diversos setores da economia foi preciso se reinventar, tendo em vista que o setor foi caracterizado como essência, ou seja, permaneceram em atividade quando foram aprovadas as medidas provisórias para suspensão das atividades laborais.

Importa registrar que a escolha do tema se deu em função da busca por respostas aos questionamentos levantados sobre a saúde do trabalhador da construção civil no contexto da qualidade laboral após o acometimento da doença.

Desta forma, o presente estudo tem como objetivo geral avaliar a qualidade laboral do trabalhador da indústria da construção civil acometido pela covid-19. Bem como avaliar se as sequelas deixadas pelo vírus da covid-19 nesse grupo de trabalhadores interferem diretamente no desempenho de suas atividades laborais e em sua qualidade de vida.

Para realização desse estudo foi aplicado o questionário como elemento de pesquisa e o levantamento bibliográfico. Como estudo sistematizado, fundamentam-se em publicações apropriadas, livros, redes eletrônicas, revistas e jornais. Sendo assim, buscou-se

desenvolver uma pesquisa com fundamento em acervo bibliográfico disponível e publicado, referente ao tema apresentado para discussão.

A abordagem do tema proposto buscou a obtenção por respostas para algumas indagações e inquietações sobre o assunto, analisando o instituto de como a saúde do trabalhador da construção civil é afetada pelas sequelas do Covid-19 de forma clara e objetiva.

## **2 ANÁLISE DA SAÚDE DO TRABALHADOR**

Caracteriza-se quanto aos objetivos como um estudo exploratório e descritivo, compreendendo levantamentos em fontes secundárias, levantamentos de experiência e observação informal. A pesquisa exploratória, segundo Mattar (1996, p. 84), “visa prover o pesquisador de um maior conhecimento sobre o tema ou problema de pesquisa em perspectiva”.

O estudo exploratório, de acordo com Cervo e Bervian (2002, p.69), realiza descrições precisas da situação e quer descobrir as relações existentes entre os elementos componentes da mesma.

Para Gil (2008, p. 42) as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então o estabelecimento de relações entre variáveis.

De acordo com Beuren (2004, p. 81) a pesquisa descritiva configura-se como estudo intermediário entre a pesquisa exploratória e a explicativa, ou seja, não é tão preliminar como a primeira nem tão aprofundada como a segunda. Nesse contexto, descrever significa identificar, relatar, comparar, entre outros aspectos.

Quanto aos procedimentos, trata de uma pesquisa por levantamento.

O levantamento é a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer. Procede-se à solicitação de informações a um grupo significativo de pessoas acerca do problema estudado para, em seguida, mediante análise quantitativa, obterem-se as conclusões correspondentes aos dados coletados. Quanto o levantamento recolhe informações de todos os integrantes do universo pesquisado, tem-se um censo. (GIL, 2008).

Quanto à abordagem do problema a pesquisa é classificada como quantitativa.

Conforme Beuren (2004, p. 92), concebem-se análises mais profundas em relação ao fenômeno que está sendo estudado. A abordagem quantitativa visa destacar características não observadas por meio de um estudo qualitativo, haja vista a superficialidade deste último.

A coleta de dados foi realizada através da aplicação de questionário com perguntas abertas.

Concluída a realização da escrita do texto, sob as considerações das normas científicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

### **3 O CONTEXTO DA SAUDE DO TRABALHO ATUAL**

#### Segurança E Saúde Na Construção Civil

Existe um consenso geral que se percebe em todo o mundo, de que a indústria da construção civil constitui uma das mais perigosas, especialmente para acidentes de trabalho fatais. Para Organização Internacional do Trabalho - OIT, a cada ano ocorrem pelo menos 60.000 acidentes fatais neste setor em todo o mundo, com um óbito a cada 10 minutos, demonstrando que, um de cada seis destes 21 acidentes fatais ocorre na construção civil. Na Inglaterra, entre 2009/2010, a



mortalidade por acidentes de trabalho total foi de 0,5/ 100.000, correspondendo a um total de 152 óbitos, sendo que nenhum caso deixou de ser registrado naquele país (MPS, 2014).

É importante frisar que ao longo de décadas de crescimento da construção civil no Brasil, os casos de acidentes no trabalho também acompanharam essa crescente, resultando assim em um acréscimo no número de acidentes de trabalho e conseqüentemente de mortes de operários, principalmente por soterramento, queda ou choque elétrico.

Portanto, se faz necessário aprimoramento dos meios e das condições de trabalho, sejam por meio da imposição do uso de equipamentos de proteção, seja através da educação dos funcionários para a melhor utilização dos meios de segurança, com o foco no cumprimento de suas atividades produtivas da melhor forma possível, assumindo assim um compromisso com as empresas.

### Políticas Públicas De Saúde E Segurança Do Trabalho Em Tempos De Pandemia

O trabalho de enfrentamento da pandemia do novo coronavírus é parte das funções essenciais da Saúde Pública por meio de ações voltadas para a população ou para grupos com maior risco de contaminação, como os profissionais de saúde. Contudo, outras atividades de trabalho podem ter um papel relevante na disseminação do vírus e, portanto, a análise de como se processam é determinante para a prevenção do adoecimento (BAKER; PECKHAM; SEIXAS, 2020). Dessa forma é imprescindível considerar todas as áreas de trabalho, considerando assim estratégias para enfrentamento da pandemia.

A epidemia causada pela COVID-19 nos mostra a fragilidade das leis e das normas que asseguram a saúde e a segurança do trabalhador. Embora sejam necessárias medidas de proteção, capacitação e oferta de condições de trabalho adequadas para todos

os profissionais, as ações precisam ter como foco a organização dos processos de trabalho, aproximação da gestão responsável pelos ambientes de trabalho, capacitação/treinamento dos trabalhadores, entre outras ações.

O atual governo do Brasil, a partir de 2019, fez diversas modificações nas normas que regulamenta a segurança no trabalho. As mudanças foram apoiadas por empresários, mas, da mesma forma, muitas críticas foram atribuídas por parte dos sindicatos e do Ministério Público do Trabalho (MPT) (WARTH, 2020). Taís medidas tem o objetivo de reduzir exigências feitas às empresas, o que acarreta mais lucratividade para elas. Em termos de normativas que garantem a segurança dos trabalhadores, o governo brasileiro vem retrocedendo no que se referem às conquistas trabalhistas anteriores.

Foi neste contexto que a pandemia chegou também aos trabalhadores e tornou-se evidente que a medida que a pandemia se alastrou, a necessidade de usar os EPI e de adotar as medidas de conscientização, capacitação e proteção, deveria ser seguida por todos não apenas para os profissionais de saúde, como também para os trabalhadores que atuam nos demais serviços públicos e privados.

Sobre as notificações e subnotificação do número de pessoas com COVID-19, principalmente na realidade brasileira, os grupos ocupacionais não têm feito uma notificação específica, por isso não é possível avaliar onde e em que circunstâncias os indivíduos testados positivos ou diagnosticados com a doença estavam trabalhando, tampouco identificar focos de disseminação relacionados às atividades de trabalho (FIHO et al., 2020).

Cabe salientar que enquanto existiam esvaziamentos de lojas e do comércio gerado pela pandemia da covid-19 em todo o país,

canteiros de obras continuaram a funcionar com poucos entraves, com interrupções pontuais em suas atividades.

Considerado com essencial para o desempenho positivo da economia e segundo maior empregador no país, a construção civil parou. Entidade nacional do setor, a CBIC atuou para articular soluções que evitem o desemprego em um ambiente de maior incerteza como o criado pela pandemia – a construção civil tem hoje 2 milhões de trabalhadores com carteira assinada e gera mais 4 milhões de empregos indiretos. O setor, cuja atividade foi mantida para evitar uma deterioração maior da economia, está mobilizado para o esclarecimento e cuidado preventivo nos canteiros de obra: entre as novas medidas adotadas pelas empresas Brasil afora estão a medição diária da temperatura do funcionário, nova rotina de higienização dos ambientes, distribuição de kits de higiene pessoal para o trabalhador e sua família, a redivisão dos turnos de trabalho e reorganização de refeitórios e demais ambientes para evitar aglomerações. (CBIC, 2020).

É imprescindível garantir a efetivação dos princípios e das ações preconizados pela Política Nacional de Saúde do Trabalhador e da Trabalhadora e das demais políticas e legislações trabalhistas, bem como criar, reformular e implementar medidas efetivas no âmbito da saúde e da segurança ocupacional de trabalhadores de todos os serviços considerados essenciais no Brasil. Entre outros aspectos desafiadores e sem precedentes colocados pela pandemia, destacam-se a sua rápida transmissibilidade, que exigem mecanismos de gestão e tomada de decisão eficientes para garantir proteção, boa qualidade de vida e condições de trabalho mais dignas para todos os trabalhadores.

## Contexto Atual no Laboratório

A investigação em campo deste trabalho foi executada em um canteiro de obra residencial unifamiliar, localizada em São José de Piranhas, Paraíba.

Podemos proceder à tipificação da obra pesquisada como: Obra de pequeno porte, com grau de risco I (F: 41). Através da NR-4 podemos atribuir o grau de risco da obra examinada como corresponde à classificação que consta no Quadro I, Relação da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) com correspondente Grau de Risco (GR) para fins de dimensionamento do SESMT (DATAPREV, 2008).

Refere-se a uma edificação residencial unifamiliar com 03 pavimentos. A construtora responsável pela execução dos trabalhos conta com 13 funcionários em seu quadro de pessoal, incluído nestes os colaboradores do setor administrativo, engenharia, técnicos e mão de obra. A aplicação da pesquisa de campo foi cumprida no dia 12 de julho de 2021, caracterizando o total de uma (01) visita ao canteiro de obras, momento em que foram realizadas as entrevistas com os operários, bem como pode ser verificado os aspectos da organização do canteiro com a disposição dos equipamentos de proteção coletiva (EPC) e ainda, o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) pelos trabalhadores.

Os depoimentos tiveram por objetivo investigar as interferências causadas pelas sequelas do contágio pelo COVID-19 e quais interferências ocorrem no exercício de suas funções. Os dados coletados na pesquisa de campo foram arquivados, digitados e posteriormente analisados. A interpretação dos resultados está apresentada no Quadro 1 em conformidade com os objetivos propostos neste estudo

**Quadro 1:** Resultados Das Entrevistas.

	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3	Entrevistado 4
Função	Ajudante	Ajudante	Pedreiro	Pedreiro
Idade	32 anos	27 anos	36 anos	29 anos
Contágio (estimativa)	04/2021	03/2021	04/2021	05/2021
Sintomas	Febre, dor no corpo.	Febre, dor no corpo, dificuldade em respirar. Perda de olfato e paladar.	Febre, dor no corpo, dificuldade em respirar.	Febre, dor no corpo e cabeça, dificuldade em respirar. Perda de olfato e paladar.
Período de afastamento	14 dias	16 dias	21 dias	14 dias
Existem Sequelas	Não	Sim, Dificuldade em Respirar e Fadiga em excesso.	Sim, Dificuldade em Respirar e Fadiga em excesso.	Sim, Dificuldade e em Respirar nos horários mais quentes do dia e dores no corpo após esforço.
Impactos na atividade laboral	Não	Sim	Sim	Sim

Fonte: Esta Pesquisa, 2021.

De acordo com os entrevistados e dados apresentados na planilha, foi possível observar que houve a possível contaminação no local de trabalho, tendo em vista a proximidade das dadas estimadas entre os mesmos para o aparecimento dos sintomas, e a forma de reação de cada um ao contato com o vírus nos permite analisar de forma objetiva as interferências no exercício das atividades em virtude das sequelas apresentas.

Apenas o entrevistado 1 não relatou sequelas deixadas pela doença o que não interferiu na sua rotina laboral.

Os demais entrevistados que apresentaram sequelas enquanto acometidos pelo novo coronavírus, relatam em maior ou menor grau dificuldades no retorno as atividades.

Entrevistado 2: devido a dificuldade em respirar, o mesmo relata cansaço no transporte de materiais, que exigem força por conta do peso (sacos de cimento 50kg, por exemplo), reduzindo assim sua produtividade.

Entrevistado 3: devido a dificuldade em respirar, o mesmo relata perda de produtividade pela necessidade de intervalos recorrentes.

Entrevistado 4: o mesmo relatou que por conta de dores e dificuldade em respirar, também necessita de mais intervalos, gerando perda de produtividade.

A partir dos relatos dos empregados é possível observar a necessidade de um maior cuidado com a proteção dos funcionários em ambientes da construção civil, que mesmo não sendo ambiente confinado, pode expor os trabalhadores a uma contaminação massiva, o que pode de acordo com aqueles que apresentem sequelas representar perda da produtividade no local de trabalho.

Partindo das informações coletados e para que tudo fique bem mais visual, foi pensado em um plano 5W2H (Quadro 2) como ação de melhoria para a promoção da saúde e segurança do trabalho no canteiro de obra analisado.

No intuito de melhoria e mitigação da contaminação pelo novo Coronavírus é necessário manter as áreas comuns sempre higienizadas, o entendimento por parte de toda equipe que os equipamentos de proteção e segurança têm fundamental importância para evitar prejuízos, tanto à saúde do colaborador quanto econômica para a empresa.

**Quadro 2:** Ferramenta 5w2h Como Ações De Melhorias.

Ferramenta 5W2H						
5 W					2H	
What?	Why?	Where?	Wha?	Whem?	How?	How Much?
O que?	Por que?	Onde?	Quem?	Quando ?	Como?	Quanto?
Realizar compra de suprimentos	Abastecer o estoque para que não fique sem suprimentos	Administrativo	Definir	Toda Segunda	Verificando os níveis e necessidades de reposição	R\$ 300,00
Garantir a utilização de EPI's e soluções de higiene	Fazer a checagem da boa utilização dos equipamentos	Engenharia	Definir	Todo dia	Seguir o roteiro de inspeção	—
Realizar a organização e limpeza dos ambientes compartilhados	Garantir a higienização das áreas comuns	Técnico	Definir	Todo dia	Com pano, balde, detergente, álcool e água.	R\$ 600,00
Enviar informações de falha nos processos anteriores e fazer bom uso das informações recebidas	Dimensionar e qualificar o quantitativo de contaminados durante o serviço.	Mão de Obra	Definir	Toda Segunda	Relatórios de campo	R\$ 200,00

**Fonte:** Esta Pesquisa, 2021.

Contudo, é uma viabilidade a ser pensada pelas empresas da construção civil para buscar o bem estar social e empresarial.

## 4 CONCLUSÕES A CERCA DO ASSUNTO

Diante de um novo cenário apresentado pela propagação do vírus e considerando que a indústria da construção civil possui um quantitativo elevado de pessoal, é necessário a implantação e garantia de adesão de protocolos de segurança nos canteiros de obras. Com

intuito de reduzir o número de contaminações, mas, ainda mais necessário buscar minimizar os impactos negativos das sequelas causadas pela infecção que tendem a levar o funcionário à exaustão rapidamente.

A identificação, qualificação e quantificação dos riscos do trabalho devem ser realizada a partir de um estudo criterioso dos impactos provocados pela COVID-19 nos trabalhadores acometidos pela doença, para que seja possível a adoção de processos de reorganização do trabalho.

Com esse estudo, foi possível verificar junto aos entrevistados que existe uma perda significativa na qualidade laboral do trabalhador da construção civil acometido pela COVID -19, tendo em vista que as atividades em questão necessitam do emprego da força, que sofre significativo impacto para aqueles que desenvolveram sequelas, necessitando assim de um número maior de pausas durante a atividade para restaurar sua condição física, o que acaba por gerar perda de produtividade o que não é bom nem para o trabalhador, nem para o empregador.

A abordagem do tema parte uma preocupação com meio laboral proporcionado nos canteiros de obras nesse momento de pandemia, buscando a dualidade entre a promoção da saúde do trabalhador e execução eficiente das suas tarefas.

Isto posto a pesquisa pode considerar-se exitosa pois cumpriu com seus objetivos de avaliar a qualidade laboral do trabalhador da indústria da construção civil acometido pela covid-19, bem como a interferência na produtividade provocada pelas sequelas por aqueles acometidos pela doença. Tendo em vista, que existe perde significativa na qualidade e desempenho daqueles que sofreram ou ainda convivem com as sequelas do vírus.



As maiores limitações para o melhor entendimento da pesquisa são a falta de dados estatísticos não enumerados pelos setores produtivos de forma a delimitar os impactos por categorias profissionais, o que impossibilita a identificação do número total de profissionais da construção civil que foram contaminados ou a óbitos.

O interesse do estudo foi ampliar os horizontes acerca das sequelas apresentadas pelos trabalhadores da construção civil acometimento pelo COVID-19 e seus impactos a eficiência do trabalho buscou-se comprovar que os pacientes que desenvolveram a patologia, podem sim apresentaram mais desconfortos na execução das suas atividades e o setor precisa estar preparado.

Não obstante, tal conclusão não extingue ou limita o assunto, apenas dá indicações para outras discussões que serão debatidas a esse respeito.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da república federativa do Brasil. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso em: 15 jun. 2021.

BEUREN, Ilse Maria (Org.). Como elaborar trabalhos monográficos: teoria e prática. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2004.

BUCCHIANERI, G. Is SARS a Poor Man's Disease? Socioeconomic Status and Risk Factors for SARS Transmission. Forum for Health Economics & Policy. 2010.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. Metodologia científica. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

FERREIRA, Leandro Silveira; PEIXOTO, Neverton Hofstadler. Segurança do trabalho I. Santa Maria: UFSM, CTISM, Sistema Escola Técnica

ca Aberta do Brasil, 2012. 151 p: il.; 28 cm. Disponível em: Acesso em: 10/jul./2021.

FUNDACENTRO. Portal da Saúde e Segurança do Trabalhador. Engenharia de Segurança do Trabalho na Indústria da Construção. Brasília, 2005. Disponível em. Acesso em: 27/jul./2021.

FIHO, J. M. J.; ASSUNÇÃO, A. A.; ALGRANTI, E.; GARCIA, E. G., Saito, C. A., & Maeno, M. (2020). A saúde do trabalhador e o enfrentamento da COVID -19. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional.

IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD (2019). Disponível em: [https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com\\_mediaibge/arquivos/c20571930\\_a2d0d185644a49c09648371.pdf](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/c20571930_a2d0d185644a49c09648371.pdf). Acesso em: 24 Mai 2021.

GIL, Antonio Carlos. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MATTAR, Fauze N. Pesquisa de Marketing. São Paulo: Atlas, 1996.

MONTEIRO FILHA, Dulce Corrêa; COSTA, Ana Cristina Rodrigues da; ROCHA, Érico Rial Pinto da. Perspectivas e desafios para inovar na construção civil. Construção Civil. BNDES Setorial 31, p. 353-410C. Publicado em 2010. Disponível em: Acesso em: 10 de Mai 2021.

WARTH, A. Governo altera mais normas de segurança do trabalho. Estadão (Economia & Negócios). Recuperado em 27 de abril de 2021, de <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,governo-altera-mais-normas-de-seguranca-do-trabalho-incluindo-exames-para-algumas-categorias,70003229363>



# CAPÍTULO 4

## **ANÁLISE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE SÃO JOSÉ DE PIRANHAS-PB**

### *ANALYSIS OF THE WATER SUPPLY SYSTEM IN THE CITY OF SÃO JOSÉ DE PIRANHAS-PB*

Bruno Cardoso de Andrade  
João Paulo Araújo Vidal Freitas  
Sandra Maijane Soares de Belchior<sup>1</sup>  
Rômulo Souza Aquino  
Eliakim Alves Bezerra  
Rodolfo Araújo Cavalcanti de Lira  
Francisco Ivo Gomes de Lavor<sup>2</sup>

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5807-2259>

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8219-802X>

## 1 ÁGUA E O BRASIL

**E**mbora a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, não inclua a água como Direito Fundamental, onde a mesma é considerada como um bem da União e dos Estados, ela é um recurso essencial à sobrevivência e de direito e patrimônio de todos os seres vivos (BRASIL, 1988).

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA) tem por objetivo prover água de um corpo hídrico (manancial, rio, lago, lagoa, etc.) visando o abastecimento de uma comunidade para que seus integrantes possam realizar a sepsia corporal, consumo direto e indireto, prover a higiene do meio onde vivem, entre outras atividades.

De acordo com a Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA MG, um sistema convencional de abastecimento de água é constituído das seguintes unidades: captação, adução, estação de tratamento, reservação, redes de distribuição e ligações domiciliares

O Brasil é um país que possui grande capacidade de prover água potável para todos os seus habitantes, pois, de acordo com dados da página virtual mundo educação, o mesmo possui cerca de 12% de toda a água doce existente no planeta. Apesar disso, temos regiões que apresentam contrastes quando tratamos de abastecimento de água. Como exemplo disso tem-se as regiões Nordeste e a Norte, como mostra a tabela 01.

**Tabela 01:** Distribuição Dos Recursos Hídricos E Densidade Demográfica No Brasil

Região	Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	Concentração dos recursos hídricos do país
Norte	4,12	68,5%
Nordeste	34,15	3,3%
Centro-Oeste	8,75	15,7%
Sudeste	86,92	6%
Sul	48,58	6,5%

Fonte: IBGE / Agência Nacional das Águas (2010)

**Fonte:** Extraída do site [www.mundoeducacao.bol.uol.com.br](http://www.mundoeducacao.bol.uol.com.br)

Em concordância ao que foi anteriormente evidenciado sobre a falta de água na região Nordeste, vemos como uma das tentativas de amenizar a atual situação a transposição das águas do Rio São Francisco.

Este trabalho tem por principal objetivo realizar uma análise sobre o sistema de abastecimento de água da cidade de São José de Piranhas, no estado da Paraíba, mediante a crise hídrica que perdura na região há quase 10 anos.

## 2 METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente trabalho realizou-se inicialmente com uma pesquisa bibliográfica em trabalhos com a temática proposta. Posteriormente realizamos um comparativo entre o sistema apresentado pelo ATLAS BRASIL – ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA) e o atual sistema em uso no município de São José de Piranhas, fornecido pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA.

A cidade de São José de Piranhas é uma das muitas que serão beneficiadas com a transposição do Rio São Francisco. Ela está situada na região do extremo oeste da Paraíba, na Microrregião de Cajazeiras, limitando-se ao Norte com Cajazeiras, Nazarezinho e Cachoeira dos

Índios; ao Sul com Monte Horebe, Serra Grande e São José de Caiana; ao Leste com Carrapateira e Aguiar; e a Oeste com a cidade do Barro no Estado do Ceará. A cidade está a uma distância de 492 km da capital do estado. Segundo os dados do último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizado em 2010, a cidade possui uma média de 19.096 habitantes. O abastecimento de água é realizado pela Companhia de Águas e Esgoto da Paraíba (CAGEPA), através da Gerência Regional do Alto Piranhas. O principal manancial para o abastecimento da cidade de São José de Piranhas, é a Barragem São José 1, que tem capacidade máxima de 3.051.125m<sup>3</sup>.

Ainda com o intuito de realizar o presente trabalho, também foram recolhidos dados da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) durante uma entrevista com o coordenador de agência local da cidade de São José de Piranhas, Rondynelli Sobral Dias, onde o mesmo respondeu várias questões a respeito do Sistema de Abastecimento de Água da localidade.

### **3 RESULTADOS DA PESQUISA**

O manancial do São José 1 está atualmente com 5,09% da sua capacidade total, forçando uma campanha de racionamento de água na cidade. Esta foi ampliada na data de 17 de agosto de 2017 e ficará vigente até um novo cronograma a ser elaborado pela Companhia de Águas e Esgoto da Paraíba (CAGEPA). A cidade também possui um sistema de poços artesianos públicos e privados. Este sistema é responsável por abastecer parcialmente algumas regiões da cidade, mediante a utilização de caixas d'água instaladas sobre os poços com a finalidade de prover água para a população mais carente.

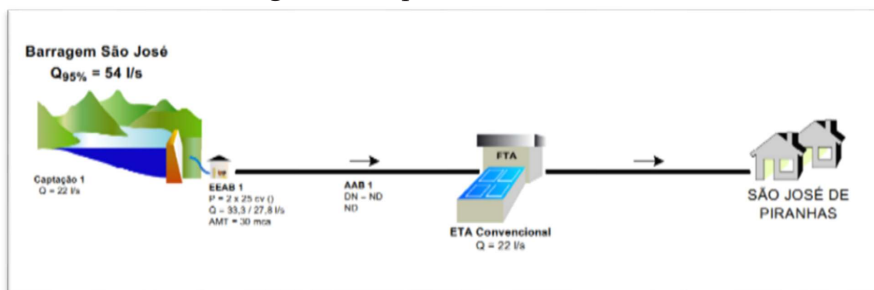
**Figura 1:** Imagem do sistema de captação e armazenagem de água por poço artesiano



**Fonte:** Autores

O sistema existente de abastecimento difere do croqui disposto no ATLAS (Figura-01), pois o efetivo não possui estação elevatória (a água sendo então captada por gravidade) e se encontra com uma vazão atual de 26,3 l/s da ETA para a Rede de Distribuição.

**Figura 2:** croqui de abastecimento



**Fonte:** site [www.atlas.ana.gov.br](http://www.atlas.ana.gov.br)

Com relação ao tratamento da água para distribuição à população da cidade, foi mostrado o processo e tudo o que está sendo feito para poder garantir a total distribuição do recurso.



**Figura 3:** Vista frontal da ETA da CAGEPA de São José de Piranhas



**Fonte:** Autores

O sistema de captação de água da cidade é feito por gravidade. Este teve de passar por modificações devido ao racionamento e a pouca quantidade de água no manancial. Sendo assim, a captação realizada por meio de uma bomba de dragagem para poder suprir a demanda local.

**Figura 4:** Vista atual do manancial (Esquerda) e Bombeamento para a ETA com motor de dragagem devido à seca (Direita)



**Fonte:** Autores

A água proveniente do manancial passa por um processo de tratamento a base de sulfato de alumínio, cloro e aeração, a fim de garantir maior qualidade para o consumidor. Este processo vai se intensificando à medida que o volume do reservatório diminui, aumentando assim a quantidade de impurezas na água.

Atualmente, para dar conta das impurezas encontradas na água do reservatório, está sendo utilizada a quantidade de 400 ml/min de sulfato de alumínio para ser dissolvido nos tanques. Este atua

como decantador e como floculador, com a finalidade de separar os resíduos e agentes poluentes da água por densidade.

**Figura 5:** Chegada da água bruta à ETA (Esquerda) e local de armazenagem e disposição do Sulfato de Alumínio (Direita)



Fonte: Autores

Após a sua captação e adição de sulfato de alumínio, a água passa por tanques para que haja a decantação de impurezas macroscópicas para depois ser encaminhada para filtros onde será feita seu correspondente processo (filtração) a fim de diminuir a presença de microorganismos e impurezas microscópicas.

Logo após a o processo de filtração, a água passa pelo processo de aeração, que é responsável por oxigenar a água a fim de retirar os maus odores presentes na mesma. Juntamente a aeração, ocorre a inserção do cloro na água para garantir a higiene adequada ao consumo humano.

**Figura 6:** Filtração da água em tanques (Esquerda) e recipiente de armazenamento do Cloro (Direita)



**Fonte:** Autores

Por fim, após a adição de cloro à água, esta segue para a casa de bombas de onde é distribuída para toda a cidade.

**Figura 7:** Casa de bombas



**Fonte:** Autores

Sobre a crise hídrica no município, Rondynelli explicou que com o volume existente, a cidade terá no máximo até 45 dias de água nas torneiras, pois o reservatório está chegando à marca de 5% de sua capacidade. Também foi abordada a questão da topografia da cidade, que influencia, junto ao racionamento vigente, diretamente a distribuição da água pelo município. De acordo com o coordenador de agência local da cidade, quando encerrado o abastecimento da cidade na quinta-feira, as encanações tendem a secar dos locais mais altos para os

mais baixos, fazendo assim com que, quando a água volte a circular na segunda-feira, tenha de preencher todo o sistema, da parte mais baixa para a mais alta. Isto acaba por afetar negativamente a população que mora nas regiões mais elevadas, pois a água demora mais tempo para chegar às torneiras naquelas localidades.

Sobre a relação entre o sistema de abastecimento de água mostrado no ATLAS - ANA e o vigente na região, Rondynelli explicou que eles não possuem mensuração da vazão que sai do manancial para a ETA, devido à utilização de água para realizar a retro lavagem dos filtros e do encanamento. Algo diferente do exposto pelo ATLAS, que mostra uma vazão de 22 l/s da captação para a estação de tratamento.

## **4 CONCLUSÕES DO TRABALHO**

Diante do exposto acima, podemos constatar que o sistema de abastecimento de água da cidade de São José de Piranhas não condiz com o relatado no ATLAS - ANA. O mesmo não possui uma vazão que seja medida pela estação da CAGEPA na cidade de São José de Piranhas, tampouco Estação Elevatória entre a captação e a estação de tratamento de água, e existem grandes divergências entre as vazões que saem da ETA para a Rede de Distribuição do ATLAS para o sistema em vigor. O que explicita que o ATLAS BRASIL - ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA) não possui dados condizentes com os fatos acima manifestados.

## **REFERÊNCIAS**

BRASIL. Constituição Federal de 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 10 de novembro de 2017.

ATLAS BRASIL - ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Resultados.aspx>> Acesso em: 10 de novembro de 2017.

COPASA MG - Companhia de Saneamento de Minas gerais. Disponível em: <[http://www.copasa.com.br/media2/PesquisaEscolar/COPASA\\_TratamentoDeAgua.pdf](http://www.copasa.com.br/media2/PesquisaEscolar/COPASA_TratamentoDeAgua.pdf)> Acesso em: 10 de novembro de 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 10 de novembro de 2017.

ANA - Agência Nacional das Águas. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/VerCroqui.aspx?arq=1564>>. Acesso em: 10 de novembro de 2017.

CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. Disponível em: <<http://www.cagepa.pb.gov.br/institucional/gerencias-regionais/>>. Acesso em: 13 de novembro de 2017.

<<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-brasil.htm>>. Acesso em: 13 de novembro de 2017.

<<http://www.paraibacriativa.com.br/artista/sao-jose-de-piranhas/>> Acesso em: 13 novembro 2017

<[http://www.copasa.com.br/media2/PesquisaEscolar/COPASA\\_TratamentoDeAgua.pdf](http://www.copasa.com.br/media2/PesquisaEscolar/COPASA_TratamentoDeAgua.pdf)> Acesso em: 19 de novembro de 2017

# CAPÍTULO 5

## **ANÁLISE DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA CIDADE DE SOUSA-PARAÍBA**

### *ANALYSIS OF THE SANITARY SEWAGE SYSTEM IN THE CITY OF SOUSA-PARAÍBA*

Bruno Cardoso de Andrade  
João Paulo Araújo Vidal Freitas  
Sandra Maijane Soares de Belchior<sup>1</sup>  
Rômulo Souza Aquino  
Eliakim Alves Bezerra  
Rodolfo Araújo Cavalcanti de Lira  
Francisco Ivo Gomes de Lavor<sup>2</sup>

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5807-2259>

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8219-802X>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional verificado nas últimas décadas e elevação dos padrões de consumo, associado a uma crescente degradação dos recursos naturais em geral, os recursos hídricos passaram a tornar-se limitados e apresentar índices de comprometimento elevados. Como principais poluidores dos mananciais, podem-se destacar os esgotos urbanos, que devem ser tratados para reduzir esse potencial poluidor (BETTIOL e CAMARGO, 2006).

As primeiras redes de esgoto possuíam um sistema de escoamento em um único conduto, misturando-se e às águas pluviais. Posteriormente, a inconveniência da mistura dificultando o tratamento, resultou na separação das tubulações em única ou dupla. Além disso, via-se necessário o controle de epidemias, tendo, assim, as construções dos sistemas de esgotos com o objetivo de afastar das cidades os resíduos produzidos pelas pessoas; porém, com o passar do tempo, esse sistema gerou desequilíbrio no ecossistema, agravando a saúde pública (CRAIG, 2000). Hoje, o sistema de esgoto tradicional constitui-se basicamente de: rede de tubulação, elementos, acessórios e estações de tratamento ETE (MASCARÓ, 2005).

Os sistemas de esgotamento sanitário são de extrema importância para a saúde pública. De acordo com a FUNASA (2010), a cada R\$1,00 investido em tratamento de esgoto, cerca de R\$ 4,00 são economizados com medicina curativa. Além disso, há uma grande importância na disposição adequada desses esgotos para a preservação do meio ambiente, uma vez que, segundo (RODRIGUES, 2012) as substâncias presentes nesses dejetos exercem ações deletérias nos corpos d'água: a matéria orgânica pode ocasionar a exaustão do oxigênio dissolvido, resultando na morte de peixes e outros organismos

aquáticos, bem como no escurecimento da água e aparecimento de maus odores.

Assegurado pela Constituição e definido pela Lei nº. 11.445/2007, conhecida como Política Nacional de Saneamento, o saneamento básico é um direito fundamental do indivíduo e da coletividade e é um serviço público essencial, logo, seu guarnecimento está atribuído ao Estado. Entretanto, apesar da lei já estar vigente desde o ano de 2007, a qualidade desses serviços ainda é precária e um dos maiores desafios da população brasileira relacionado a problemas ambientais é a falta de tratamento dos esgotos domésticos urbanos. De acordo com o Instituto Trata Brasil (2013), baseado em dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (SNIS), do Ministério das Cidades, referentes ao ano de 2011, cerca de 54% da população brasileira não possui coleta de esgoto e apenas 38,7% do esgoto gerado é tratado.

No município de Sousa, localizado no interior do estado da Paraíba, segundo estimativas disponibilizadas pelo DATASUS (2013) que, por sua vez, utiliza fontes do IBGE, o percentual de habitantes atendidos com serviços de esgotamento sanitário em relação à população brasileira total é de 42,22%, o que equivale a cerca de 28.719 habitantes. Baseado nisso, o presente estudo tem a finalidade de verificar a situação atual da deposição de efluentes e analisar o projeto de implantação da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do município.

O presente trabalho tem por escopo basilar a análise de dados no referente ao sistema de esgotamento sanitário da cidade de Sousa, localizada no sertão paraibano. O mesmo, mediante resultados obtidos, apresentar soluções para a iminente crise do saneamento básico vigente na localidade.



## 2 METODOLOGIA

Em um primeiro momento, o artigo em tela fez uso de pesquisas bibliográficas, artigos científicos, documentos, normas e outros meios como sites de internet que analisam o tema para a fundamentação e conhecimento sobre o sistema de esgotamento sanitário no Brasil. Fora feita uma seleção dos fatos correspondentes e relevantes a temática, através da busca por artigos na base de dados Google Acadêmico, usando “esgotamento sanitário” e “saneamento ambiental” como descritores.

Posterior à fundamentação teórica, realizou-se um estudo na cidade de Sousa, que se localiza no interior do estado da Paraíba. A cidade ocupa uma área de 738,547 km<sup>2</sup>, dos quais 3,0220 km<sup>2</sup> estão em perímetro urbano. Sua população, estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 2016, é de 69.196 habitantes (IBGE, 2016).

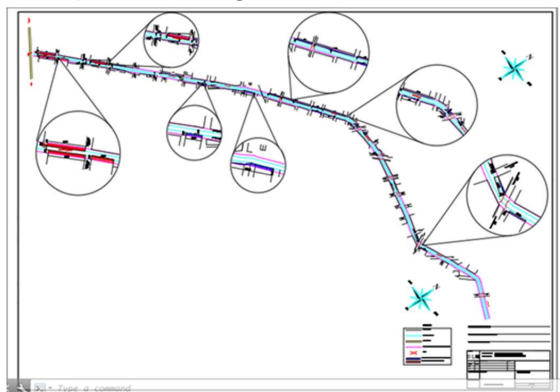
Foi feita uma percepção da atual situação do esgotamento sanitário da cidade, através de dados disponibilizados pelo Departamento de Água, Esgoto e Saneamento Ambiental de Sousa – DAESA.

Em concordância com os dados dispostos no portal Ache Tudo e Região, a cidade de Sousa foi fundada no ano de 1766 e está localizada na Mesorregião do Sertão Paraibano, tendo como municípios limítrofes Cajazeiras, Uiraúna, Pombal, Nazarezinho e Marizópolis e está fica a cerca de 430km de distância da capital João Pessoa.

## 3 RESULTADOS

De acordo com os dados analisados do Departamento de Água, Esgoto e Saneamento Ambiental de Sousa (DAESA), entre os anos de 2008 e 2009 a cidade de Sousa possuía cerca de 26,2% de seu total populacional sendo atendido pelo sistema de esgotos sanitários.

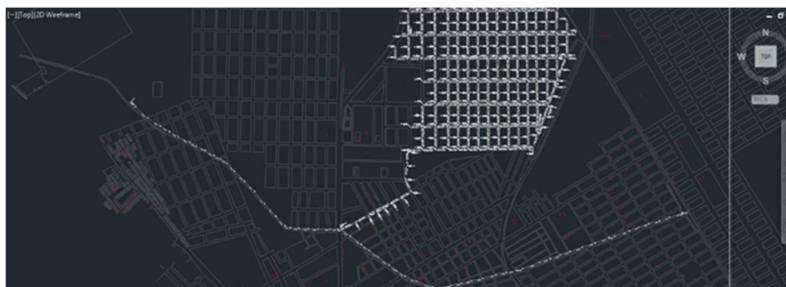
**Figura 1:** Visão geral do canal do estreito



**Fonte:** DAESA

De acordo com a figura 01, que alude o projeto do canal do estreito, tem-se a perspectiva da dimensão do mesmo. Este foi construído no ano de 1982 no governo de Tarcísio Burity e, foi projetado exclusivamente para a função de direcionar as águas pluviais do Rio do Peixe, o que não ocorre na atualidade.

**Figura 02:** Vista geral do projeto canal vivo e esgotamento do bairro Raquel Gadelha



**Fonte:** DAESA

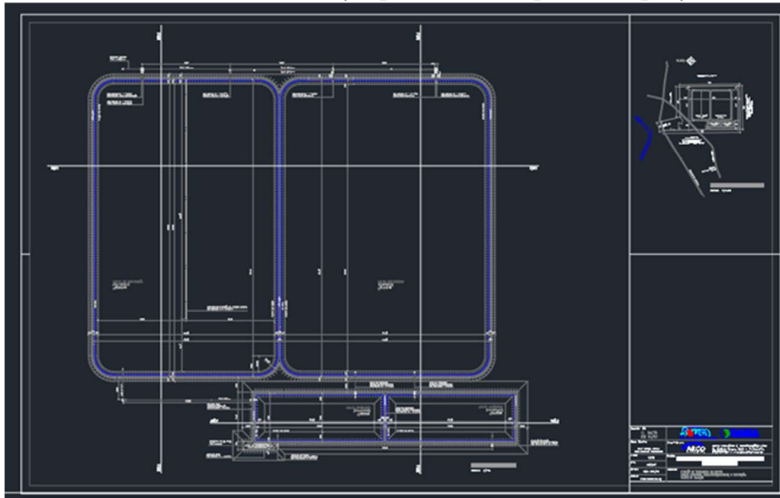
A figura 02 faz exemplo a um dos trechos do projeto canal vivo. Como mencionado anteriormente, este tem a função de direcionar os esgotos e águas negras que caem no canal do estreito para a ETE.

**Figura 03:** Visão detalhada do esgotamento sanitário as margens do canal do estreito



Fonte: DAESA

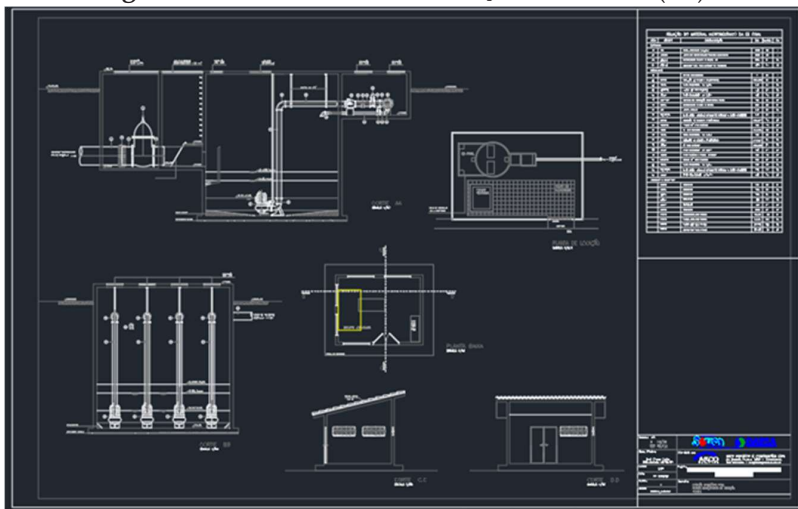
**Figura 04:** Detalhamento da ETE cuja qual será receptora do projeto Canal Vivo.



Fonte: DAESA

A ETE tem a função de tratar os esgotos da região que por ela são atendidos antes de serem relançadas no corpo receptor, afim de reduzir os impactos ambientais gerados por estes dejetos.

**Figura 05:** Detalhamento da Estação Elevatória (EE).



Fonte: DAESA

A estação elevatória mostrada pela figura 05, tem a função de encaminhar o esgotamento do bairro André Gadelha até a ETE, para que este seja tratado antes de ser lançado no corpo hídrico.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante dados e fatos anteriormente elucidados, pode-se constatar que o atual método de captação do esgotamento sanitário nas partes da cidade por onde corre o Canal do Estreito é, além de incorreto, pois o canal foi projetado para receber e encaminhar águas pluviais, o mesmo está sendo sobrecarregado com os rejeitos nestes lançados mediante o esgotamento sanitário em sua periferia.

O levantamento da revisão bibliográfica possibilitou um maior conhecimento e embasamento acerca do tema, propiciando informações relevantes para as próximas etapas do trabalho. Foi possível contribuir na pesquisa sobre infraestrutura urbana, visto a pouca bibliografia existente sobre o tema.

## REFERÊNCIAS

BETIOL, W.; CAMARGO, O.A. de. A disposição de lodo em solo agrícola. In: BETIOL, W. e CAMARGO, O.A (ed.): Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006, p.25-36.

CRAIG, Anthony. Overcoming expertocracy through sustainable development: the case of wastewater. 16th IAPS Conference. 21st century: Cities, social life and sustainable development. Paris, 4th 7th Jul. 2000.

MASCARÓ, J. L.; YOSHINAGA, M. Infra-estrutura urbana. Porto Alegre: +4, 2005.

BRASIL. Lei 11.445, de 5 jan. 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)>. Acesso em: nov. 2017.

MANUAL DE SANEAMENTO FUNASA. Disponível em: <<http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariacivil/pos-graduacao/funasa-manual-saneamento.pdf>> Acesso em: nov. 2017. <http://resenhasousense.blogspot.com.br/2010/01/uma-obra-para-ficar-na-historia.html>

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agregado 17, 18, 19, 22, 24, 25,  
26, 27, 29, 32, 36, 42, 43, 50,  
51, 54, 55, 56, 59, 60, 61, 62,  
63, 64, 65, 66, 67, 73

Água 17, 19, 22, 24, 26, 27, 34,  
38, 46, 49, 50, 51, 52, 54, 55,  
56, 58, 59, 60, 61, 62, 70, 96,  
97, 98, 99, 100, 101, 102, 103,  
106, 107

### C

Cimento 17, 18, 19, 20, 22, 23, 27,  
34, 36, 37, 38, 41, 43, 46, 49,  
50, 52, 53, 58, 59, 60, 61, 68,  
69, 72, 73, 89

Concreto 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23,  
24, 26, 27, 32, 35, 36, 37, 39,  
40, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 49,  
50, 51, 52, 53, 54, 56, 59, 60,  
61, 62, 64, 67, 68, 69, 71, 72,  
73

### M

Madeira 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23,  
24, 25, 26, 27, 29, 32, 36, 41,  
42, 43, 44

Massa 19, 23, 25, 26, 36, 37, 38,  
49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 58,  
60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 69,  
70

### R

Resistência 18, 22, 23, 24, 28, 29,  
30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37,  
41, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 59,  
68, 69, 72

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

### **Bruno Cardoso de Andrade**

Possui graduação em Engenharia Civil pela Faculdade Santa Maria de Cajazeiras-PB (2019); Pós-graduação em Engenharia de Segurança no Trabalho pelas Faculdades Integradas de Patos (pós-FIP) (2020); Pós-graduação em Docência no Ensino Superior e Metodologias Ativas de Aprendizado pela Faculdade Descomplica (2021). Atualmente é Docente dos cursos de graduação *latu senso* das Faculdades Integradas do Ceará- UniFIC.

### **Eliakim Alves Bezerra**

Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Faculdades Nordeste (FANOR - 2012). Especialista em Arquitetura de Interiores pela Fundação de Pós-Graduação e graduação Edson Queiroz Universidade de Fortaleza. (UNIFOR - 2020).

### **Francisco Ivo Gomes de Lavor**

Pedagogo pela Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA, Sobral - CE; Mestre em Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus Pombal/PB; Especialista em Psicopedagogia Clínica e Institucional pela UniFIC - Iguatu/CE; Formador de profissionais da Educação (incluindo professores e gestores) nas áreas de: inteligência emocional, comunicação e oratória, didática, tecnologias digitais, inovações pedagógicas e BNCC; Coordenador do Curso de Pedagogia e Coordenador Acadêmico das Faculdades Integradas do Ceará - UniFIC.

## **João Paulo Araújo Vidal Freitas**

Graduado em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário Santa Maria (UNIFSM 2020). Especialista em Planejamento de Cidades pela Instituição de ensino Superior Unyleya (2022). Arquiteto da Prefeitura Municipal de Orós (PMO), docente do curso de Arquitetura e Urbanismo nas Faculdades Integradas do Ceará (UNIFIC).

## **Rodolfo Araújo Cavalcanti de Lira**

Arquiteto e Urbanista (UNISM 2019). Leciona nos cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo (UNIFIC). Participa de concursos de arquitetura, tendo obtido premiações e menções de caráter nacional: 2º lugar em “Habitação para Refugiados” (2019), 1º lugar no 7º Saint Gobain (2020) e 3º lugar no concurso Museu do Imigrante de São Leopoldo - RS (2022). Obteve também menções honrosas no CBCA (2018) e no concurso “Monumento à memória feminina” (2018). Fundador do escritório Gênesi, o qual atua desde 2020.

## **Rômulo Souza Aquino**

Graduado em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário Católica de Quixadá (UNICATÓLICA - 2019). Especialista em Gestão de Obras pelo Instituto de Pós-Graduação e graduação (IPOG - 2021), coordenador e docente do curso de Arquitetura e Urbanismo nas Faculdades Integradas do Ceará (UNIFIC).



## **Sandra Maijane Soares de Belchior**

Bacharel em Ciências Econômicas pela Faculdade Integrada de Patos - UNIFIP, Patos/PB; Licenciada em Pedagogia pela Universidade Tiradentes - UNIT; Mestre em Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus Pombal/PB, Pós-Graduada em Gestão Econômica e Estratégias de Negócios - UNIFIP; e Doutoranda em Engenharia de Processos - UFCG; Diretora Presidente das Faculdade Integradas do Ceará - UniFIC.



# O CONCRETO E SUA ANÁLISE DE COMPRESSÃO COM A SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO PELO PÓ DE MADEIRA

A pesquisa científica, sem dúvida, é altaneira nas frentes de enfretamento dos problemas da sociedade. Por ser a aplicação prática de um conjunto de processos metódicos de investigação utilizados por um pesquisador para o desenvolvimento de um estudo acaba trazendo apontamentos assertivos sobre várias realidades.

As preocupações deste livro são distintas, se caracterizando como um estudo aberto sobre as possibilidades materiais entre Engenharia e a Arquitetura, além de representar, como possibilidade, elemento balizador de práticas e experiências pedagógicas.

Organizadores

RFB Editora  
Home Page: [www.rfbeditora.com](http://www.rfbeditora.com)  
Email: [adm@rfbeditora.com](mailto:adm@rfbeditora.com)  
WhatsApp: 91 98885-7730  
CNPJ: 39.242.488/0001-07  
Belém, Pará, Brasil

