



REVISTA ELETRÔNICA

ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE & INOVAÇÃO

ISSN 2595-5616

VOLUME 11 • Nº 2 • AGOSTO 2023

Engenharia Civil

Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas – FaCET

UNIG
UNIVERSIDADE IGUAÇU

Editorial

A Revista Engenharia, Meio Ambiente e Inovação é a concretização de um anseio de uma equipe, que se iniciou nos primeiros resultados das pesquisas do Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade do curso de Engenharia Civil. Neste anseio, buscamos continuamente realizar o compartilhamento das iniciativas científicas realizadas com o meio acadêmico e a sociedade, assim como, fortalecer o incentivo ao desenvolvimento de estudos interdisciplinares. Esta edição, contempla os esforços de Grupos de Pesquisa para a difusão do conhecimento de pesquisas científicas direcionadas para desenvolvimento científico e regional.

A revista aborda temáticas concernentes a um abrangente enfoque sobre as inter-relações entre Engenharia e sociedade, seja pela interação, seja pelas relações com meio ambiente e soluções inovadoras, seja por sua relação com o processo de desenvolvimento, a partir de resultados de pesquisas e reflexões teóricas e empíricas sobre as áreas temáticas descritas em seu escopo. A Revista visa se tornar um facilitador para os trabalhos científicos das áreas de Engenharia e afins servindo a todos que pretendam aumentar a produção científica com a chancela da UNIG sendo este o papel das Instituições de Ensino, apoiar e colocar à disposição de docentes, discentes e da sociedade as condições para a divulgação das pesquisas e dos trabalhos de importância para sociedade.

Gisele Dornelles Pires

Editora chefe

Fabricio Polifke da Silva

Editor associado

**ASSOCIAÇÃO DE ENSINO SUPERIOR DE NOVA IGUAÇU UNIVERSIDADE IGUAÇU –UNIG
DIRIGENTES- CAMPUS NOVA IGUAÇU**

Fábio Raunheitti
Chanceler “In memoriam “

Prof. Marcelo Gomes da Rosa
Reitor

Paulo César Ribeiro
Pró-Reitor Acadêmico

Paula Guidone Pereira Sobreira
Coordenadora de Extensão e Assuntos Comunitários

Adalgiza Mafra Moreno
Coordenadora de Pesquisa

Claudia Antunes Ruas
Coordenadora do Núcleo de Educação a Distância

Nathalia de Oliveira Jorge
Secretária Geral



Universidade Iguaçu
Av. Abílio Augusto Távora, 2134–CEP 26.260-000
Nova Iguaçu–RJ–Brasil–Tel.: 2765 4051
www.unig.br

CORPO EDITORIAL

Editora-Chefe

Gisele Dornelles Pires (UNIG)

Editor Associado

Fabricio Polifke da Silva (UFRJ)

Conselho Editorial

Alexandre Luis Belchior dos Santos (FAU/FISS)

Carlos Eduardo Moreira da Silva (UNIG)

Carlos Rogerio Domingos Araújo Silveira (UNIG)

Claudia Daza Andrade (UFRRJ)

Giana Laport Alves de Souza (UNIG)

Juliana Hermsdorff Vellozo de Freitas (ALERTA RIO)

Ligia Maria Nascimento De Araújo (ANA)

Maria Gertrudes Alvarez Justi da Silva (UENF)

Paula Fernanda Chaves Soares (UFRRJ)

Thábata Teixeira Brito (INCAPER)

Wanderson Luiz Silva (UFRJ)

Wellington Pereira (UNIG)

REVISTA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE & INOVAÇÃO / Universidade Iguaçu, v.11, n.2
agosto 2023). Nova Iguaçu – Rio de Janeiro

ISSN 2595-5616

Semestral

FOCO E ESCOPO

A REVISTA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE & INOVAÇÃO é o periódico oficial da Universidade Iguaçu (UNIG), uma publicação semestral gratuita. A Revista esforça-se para publicar estudos de alto padrão científico e que tenham o objetivo de divulgar as produções nas áreas da *Engenharia* com ênfase *Meio ambiente, Recursos Hídricos, Geociências, Meteorologia, Sensoriamento Remoto e Defesa Civil*. A revista aborda temáticas concernentes a um abrangente enfoque sobre as inter-relações entre tecnologia e sociedade, seja pela interação, seja pelas relações de trabalho e de educação, seja por sua relação com o processo de desenvolvimento, a partir de resultados de pesquisas e reflexões teóricas e empíricas sobre as áreas temáticas descritas acima.

ÍNDICE

Sumário

ANÁLISE DA ATUALIZAÇÃO DA NORMA ABNT NBR 14656 – CIMENTO PORTLAND E MATÉRIAS-PRIMAS — ANÁLISE QUÍMICA POR ESPECTROMETRIA DE RAIOS X — MÉTODOS DE ENSAIO	6
¹ Filho J. T., ² Iecker R.S.....	6
<i>Guimarães D.R.¹, Chagas T.F.L.¹, Pires G.D.², Soares P.F.C.³, Silva FP.⁴.....</i>	15
ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE UM PROJETO BIODIGESTORES REPLICÁVEIS E SUSTENTÁVEIS PARA CIDADE DOS MENINOS DUQUE DE CAXIAS – RJ.....	22
<i>Chagas T.F.L.¹, Guimaraes D.R.², Pires G.D.³, Carlos E.G.⁴.....</i>	22
<i>Carvalho J.J. R.¹; Mello M. A. G.²;</i>	35
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DIVERSOS TIPOS DE MADEIRA, REALIZANDO ENSAIOS DE RESISTÊNCIA E DE UMIDADE	46
<i>Assunção I.M. C.¹ Mello M. A. G.²</i>	46
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A CONSTRUÇÃO DE PAREDES COM TAIPA DE PILÃO E ALVENARIA CONVENCIONAL	57
<i>Costa B. L.C. Mello M. A. G.</i>	57
ESTUDO COMPARATIVO DE CORPOS DE PROVA DE CONCRETO, DE TRAÇOS DISTINTOS, POR MEIO DE ENSAIOS DE RESISTÊNCIA	66
<i>Rabelo V. P. ¹ Mello M. A. G.de ².....</i>	66
ESTUDO DE CASO SOBRE A REFORMA DO TELHADO DO PAVILHÃO PRINCIPAL DO 15º BATALHÃO DE POLÍCIA MILITAR, DUQUE DE CAXIAS, RJ.	77
<i>Medeiros E. E. S. ¹; Mello M. A. G. ²; Silva C. M. S. P. ³;</i>	77
TÉCNICA DE CONSOLIDAÇÃO PROFUNDA RADIAL. ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DA TÉCNICA EXECUTADA NAS VIAS DE ACESSO AO BAIRRO PONTAL OCEÂNICO NO RECREIO DOS BANDEIRANTES –RJ	91
<i>Macedo K. K.¹; Souza G. L. A.²; Pires G. D. ²</i>	91

ANÁLISE DA ATUALIZAÇÃO DA NORMA ABNT NBR 14656 – CIMENTO PORTLAND E MATÉRIAS-PRIMAS — ANÁLISE QUÍMICA POR ESPECTROMETRIA DE RAIOS X — MÉTODOS DE ENSAIO

¹Filho J. T., ²lecker R.S.

¹*Docentes Engenharia Civil do Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu – RJ*

²*Aluno Engenharia Civil do Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu – RJ*

¹0173038@professor.unig.edu.br, ²190068517@aluno.unig.edu.br

Resumo – O processo de normalização é dinâmico, pois é necessário que todos os documentos técnicos produzidos atendam a realidade dos mercados produtores e dos consumidores. Desta forma as normas técnicas precisam ser avaliadas e revisadas periodicamente com o intuito de que não fiquem obsoletas ou não aplicáveis. Este trabalho aborda a atualização realizada em julho de 2023 na norma ABNT NBR 14656. A última versão da referida da norma foi publicada em 2001, desde então, depois de 22 anos foi detectado pelo Comitê Brasileiro 18 (CB-018) - Cimento, Concreto e Agregados que havia a necessidade de revisão. Desta forma, serão detalhadas as principais mudanças, focando pontos positivos e negativos através das análises comparativas entre as versões antiga e recente da norma ABNT NBR 14656.

(Palavras-chave: Atualização: Cimento Portland; Engenharia; Análise química)

Abstract - The standardization process is dynamic, as it is necessary that all technical documents produced meet the reality of producer and consumer markets. Therefore, technical standards need to be evaluated and revised periodically so that they do not become obsolete or inapplicable. This work addresses the update conducted in July 2023 at the ABNT NBR 14656 standard. The last version of the standard was published in 2001, since then, after 22 years it was detected by the Brazilian Committee 18 (CB-018) - Cement, Concrete and Aggregates that needed review. In this way, the main changes will be detailed, focusing on positive and negative points through comparative analyzes between the old and recent versions of the ABNT NBR 14656 standard.

(Keywords: Update: Portland cement; Engineering; Chemical analysis)

1 Introdução

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é a representante nacional na Organização Internacional para Normalização (ISO). A ABNT possui diversos comitês técnicos para internalização no mercado nacional das normas internacionais ISO e para produção de normas nacionais técnicas para atender aos diversos setores produtivos da economia brasileira. Dependendo da importância econômica do setor que necessita de normas técnicas para padronizar processos, produtos e serviços são criados os comitês brasileiros da ABNT. O Comitê Brasileiro nº 18 – Cimento, Concreto e Agregados é voltado para esses materiais cerâmicos mais produzidos no mundo. O cimento Portland é o material cerâmico mais produzido no Brasil e no Mundo, sendo fundamental para execução dos empreendimentos na Construção Civil. O cimento Portland é produzido a partir da queima em conjunto

de argila, calcário e minério de ferro. A Figura 1 amostra as principais matérias-primas e os processamentos para a obtenção do cimento.



Figura 1 – Matéria-prima e intermediários para a produção do cimento Portland

Conforme a Figura 1, as matérias-primas: argila, calcário e escória (minério rico em óxido de ferro) depois de caracterizada é triturada, misturada, seca e armazenada. Depois, essas misturas são denominadas de farinha crua, ou seja, que ainda não passou pelo processo de calcinação (queima). A farinha crua é calcinada em um forno rotativo revestido internamente por cerâmica refratária até a temperatura de 1500 °C. Após a calcinação é produzido clínquer que é uma mistura de aluminato tricálcico (C3A), ferroaluminato tetracálcico (C4AF), silicato de dicálcico (C2S) e silicato tricálcico (C3S). Depois o clínquer é triturado em conjunto com a gipsita (sulfato de cálcio bihidratado), sendo esta responsável pela regulação da pega do cimento do cimento. Depois da adição da gipsita, ou gesso mineral, ao clínquer é produzido o material denominado de cimento Portland.

O cimento Portland é um aglomerante hidráulico, ou seja, o processo de hidratação promove a cristalização e posterior sinteração dos seus compostos químicos. Desta forma, a padronização da composição química das matérias-primas e do próprio cimento Portland são fundamentais para garantir a aplicabilidade, resistência mecânica e durabilidade. Com esse intuito foi elaborada a norma ABNT NBR 14656 – Cimento Portland e matérias-primas — Análise química por espectrometria de raios X — métodos de ensaio.

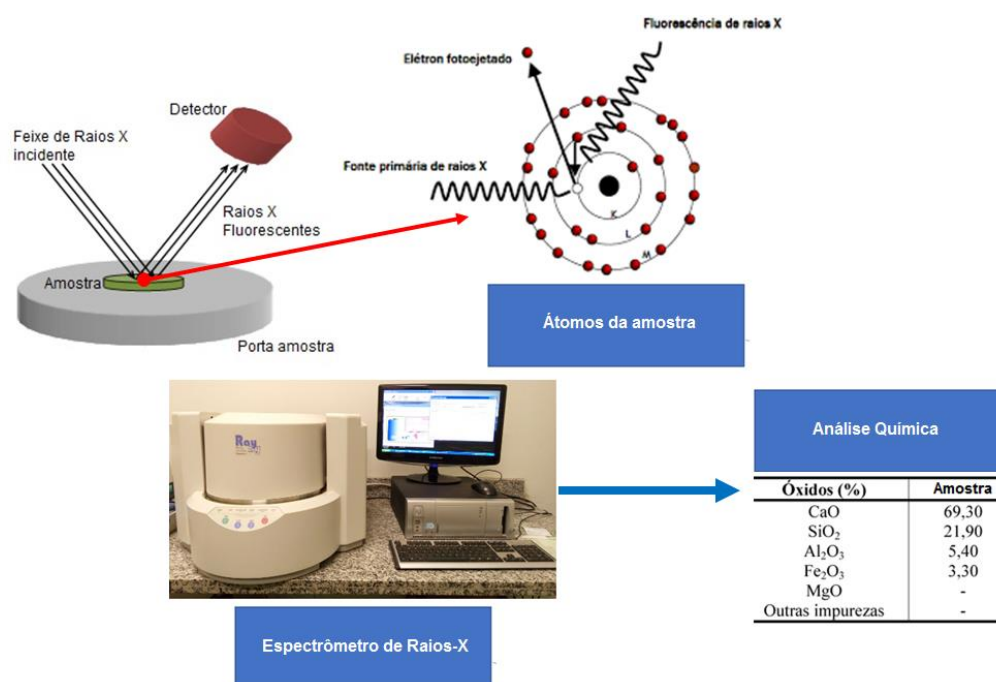


Figura 2 – Análise química da matéria-prima e do cimento Portland utilizando a técnica de FRX

Para se determinar a composição química do cimento Portland a técnica de espectrometria de raios X (FRX), também denominada de espectroscopia de fluorescência de raios X, é baseada na interação da radiação eletromagnética na frequência dos raios X com a matéria. A Figura 2 mostra o princípio da técnica adotada pela norma ABNT NBR 14656.

A partir da análise da Figura 2 é possível observar que a análise química utilizada no cimento Portland é possível pela excitação da matéria com radiação eletromagnética na frequência dos raios X, isso promove o fenômeno da fluorescência (emissão) de raios X por parte da matéria que tem uma energia (frequência) que é característica do elemento químico que realizou a sua emissão. Desta forma, é possível realizar a análise química das amostras de cimento Portland e das matérias-primas em pó inseridos no equipamento (espectrômetro de FRX) conforme exibido na Figura 2.

Este trabalho fez a comparação das versões antiga e atual da ABNT NBR 14656, apresentado as principais mudanças que impactam nas propriedades e características do cimento Portland produzido no Brasil.

2 Metodologia

A pesquisa foi realizada através da comparação técnica entre as normas ABNT NBR 14656:2001 atualmente cancelada e a versão vigente desde 15 de junho de 2023, ou seja, a norma ABNT NBR 14656:2023.

3 Resultados

3.1. Introdução

A norma ABNT NBR 14656:2001 possui um texto explicando a técnica de Florência de raio-x para a determinação da composição química do cimento Portland e das suas matérias-primas, essa introdução explicativa foi suprimida da norma ABNT NBR 14656:2023. Uma razão plausível para essa mudança pode estar baseada no fato de que o usuário da norma deve conhecer a técnica de FRX. Entretanto, a supressão desse item tende a reduzir o caráter didático da norma atual.

3.2. Escopo

Nesse item não foram realizadas mudanças no conteúdo, apenas a denominação do item foi alterada, ou seja, na ABNT NBR 14656:2001 esse item foi denominado de “Objetivo”.

3.3. Referências Normativas

Foram realizadas mudanças significativas a norma ABNT NBR 14656:2023 conta com cinco referências normativas atualizadas. Diferentemente, ABNT NBR 14656:2001 apresentava apenas duas referências normativas já desatualizadas.

3.4. Termos e definições

Esse item é uma inovação trazida pela ABNT NBR 14656:2023, sendo apresentados sete termos com as suas respectivas definições.

3.5. Aparelhagem - balança

Em ambas as normas esse termo é tratado. Na ABNT NBR 14656:2001 exige que a balança seja limitada a uma resolução de 0,0001 g, ou seja, um parâmetro associado a menor indicação da balança. Entretanto, na ABNT NBR 14656:2023 a balança a ser utilizada está limitada a precisão de 0,0005 g que é um parâmetro estatístico associado com a dispersão entre os resultados de massa apresentados pela balança.

3.6. Aparelhagem - cadinho

Na versão ABNT NBR 14656:2001 a única designação é que o cadinho aplicável é de Pt/Au ou similar. Na versão ABNT NBR 14656:2023 existe uma exigência maior, pois só são permitidos Pt/5% Au ou Pt/Rh. Essa exigência se faz necessária para evitar algum tipo de interferência nos resultados da análise da composição química.

3.7. Aparelhagem - tampa

Outra inovação trazida pela ABNT NBR 14656:2023, trazendo o requisito de que a tampa do cadinho deve ser fabricada com uma liga de Pt.

3.8. Aparelhagem - forno

Um acréscimo importante em relação aos requisitos de estabilidade térmica do forno é trazido com a ABNT NBR 14656:2023. Neste caso foram especificadas cinco faixas de temperaturas de operação do forno e as suas respectivas tolerâncias, ou seja:

Faixa 1: $(250 \pm 25) ^\circ \text{C}$;

Faixa 2: $(700 \pm 50) ^\circ \text{C}$;

Faixa 3: $(950 \pm 50) ^\circ \text{C}$;

Faixa 4: (1000 ± 50) °C;

Faixa 5: (1175 ± 50) °C.

Esse controle do forno é fundamental para garantir um processo mais eficiente de produção de amostras para a análise química por FRX. Na ABNT NBR 14656:2001 o único requisito para a operação do forno é que ao se selecionar a temperatura de 1000 °C a tolerância permitida seria de 10 °C.

3.9. Aparelhagem – máquina de fusão automática

Outro item acrescentado pela ABNT NBR 14656:2023 permitindo explicitamente a utilização de máquina de fusão automática como forma de agilizar o processo de produção de amostras.

3.10. Aparelhagem – equipamento para resfriamento

Mais um item acrescentado pela ABNT NBR 14656:2023 permitindo explicitamente a utilização de máquina de resfriamento automática como forma de agilizar o processo de análise das amostras, pois as mesmas precisam estar na temperatura ambiente para serem analisadas.

3.11. Aparelhagem – reservatório de calor

Mais um item importante acrescentado pela ABNT NBR 14656:2023 permitindo explicitamente a utilização de um local (reservatório) para inserir as amostras após a preparação no forno de forma que as mesmas não resfriem bruscamente. Esse reservatório de calor previne o aparecimento de defeitos nas amostras como, por exemplo, trincas.

3.12. Aparelhagem – espectrômetro

Esse item acrescentado pela ABNT NBR 14656:2023 fornece como informação adicional a identificação de que o espectrômetro utilizado é o espectrofotômetro de fluorescência de raios X.

3.13. Aparelhagem – moinho de laboratório

Esse item foi detalhado pela ABNT NBR 14656:2023 especificando que deve ser utilizado um moinho de laboratório com capacidade de pulverizar de 20 a 50 g de materiais. Na versão ABNT NBR 14656:2001 não se tinha essa especificação.

3.14. Aparelhagem – prensa hidráulica ou manual

Nesse item não foram realizadas mudanças significativas no conteúdo para a produção de amostras prensadas.

3.15. Reagentes e materiais de referência – reagentes puros

Esse item foi detalhado pela ABNT NBR 14656:2023 especificando que os reagentes utilizados na produção de amostras devem ser de grau analítico e livres de CO₂. Além disso, são detalhados procedimentos para realizar a purificação de reagentes. Essa metodologia acrescenta maior confiabilidade aos resultados da composição química das amostras. Na versão ABNT NBR 14656:2001 não há esse requisito e nem esse nível de detalhamento.

3.16. Reagentes e materiais de referência – materiais de referência

Mais um item importante acrescentado pela ABNT NBR 14656:2023 definindo e permitindo a utilização de materiais de referência. Esses materiais têm a sua composição química bem definida e podem servir de base para que correções aos resultados das amostras sejam realizadas de forma a aumentar significativamente a sua exatidão.

3.17. Reagentes e materiais de referência – materiais de referência industriais

Mais uma inovação estabelecida pela ABNT NBR 14656:2023 estimulando a utilização de materiais de referência industriais. Esses materiais podem ser utilizados em comparações Inter laboratoriais, dando base para os ensaios de proficiência na determinação da composição química do cimento Portland e suas matérias-primas através da técnica de FRX. Desta forma, com o emprego dos materiais de referência industriais será possível comparar resultados de vários laboratórios diferentes e verificar se há uma equivalência estatística entre as análises composicionais encontradas.

3.18. Reagentes e materiais de referência – padrões de calibração

Mais um item importante trazido pela ABNT NBR 14656:2023 que tem relação com a calibração do espectrômetro de FRX. Esses padrões de calibração podem ser utilizados para ajustar o equipamento e assim possibilitar a uma análise química mais confiáveis e repetitiva.

3.19. Reagentes e materiais de referência – aglutinante

Nesse item não foram realizadas mudanças acentuadas no conteúdo, esse aglutinante tem a função de aglomerar o material a ser analisado no momento da prensagem para produzir as amostras na forma de pastilhas.

3.20. Reagentes e materiais de referência – aditivos

A descrição na ABNT NBR 14656:2001 não é muito detalhada. Já na versão ABNT NBR 14656:2023 é descrito que os aditivos têm o objetivo de melhorar o desempenho do processo de moagem.

3.21. Reagentes e materiais de referência – fundentes

A descrição na ABNT NBR 14656:2001 não é muito detalhada. Já na versão ABNT NBR 14656:2023 é descrito que os fundentes ^{3.21.1} facilitam o ponto de fusão das amostras, tendo um efeito de corrigir não eventuais não uniformidades da granulometria durante o processo de moagem.

3.22. Reagentes e materiais de referência – desmoldantes

Mais uma inovação promovida pela ABNT NBR 14656:2023 a utilização desses materiais auxilia na retirada das amostras dos cadinhos (moldes) de forma a evitar que sejam danificadas. Aumentando a produtividade das análises dos materiais por FRX.

3.23. Preparação de amostras

Neste item não há uma descrição detalhada na ABNT NBR 14656:2001, deixando a critério do realizador da análise. Porém, na versão ABNT NBR 14656:2023 é descrito que a amostra deve ser representativa da população que se pretende caracterizar. Sendo também mencionado a metodologia de quarteamento que visa a homogeneização de amostras pulverizadas. Nesse item também já é

mencionado a necessidade de se determinar teor de ferro metálico nas amostras, o que é detalhado no Anexo A da ABNT NBR 14656:2023.

3.24. Preparação de amostras – pastilhas fundidas

Neste item também não existe detalhamento na ABNT NBR 14656:2001, deixando a critério do realizador da análise. Porém, na versão ABNT NBR 14656:2023 é descrito que a amostra deve ser mantida na temperatura de 1000 °C durante o período de 1 h, sendo permitido uma variação na temperatura de 50 °C.

3.25. Preparação de amostras – pastilhas fundidas – perda ao fogo

Semelhantemente, na ABNT NBR 14656:2001 não foram inseridos detalhamentos para a determinação da perda ao fogo. Já na versão ABNT NBR 14656:2023 didaticamente foi mencionado que embora o item se refira como perda ao fogo, deve ser determinado tanto a perda quanto o ganho de massa ao fogo das pastilhas.

3.26. Preparação de amostras – pastilhas fundidas – perda ao fogo - correção

Neste caso, a ABNT NBR 14656:2001 faz menção às normas relacionadas a correção dos valores de perda ao fogo das pastilhas fundidas. Entretanto, a ABNT NBR 14656:2023 descreve que a correção da perda ao fogo está relacionada a presença de sulfetos e compostos com enxofre.

3.27. Preparação de amostras – preparação manual de pérolas

Nesse item a ABNT NBR 14656:2001 descreve uma única formulação para que as pérolas (pastilhas após a fusão sejam produzidas). Já na ABNT NBR 14656:2023 são descritas mais duas formulações para a produção das pérolas, aumentando a flexibilidade para produção das pérolas.

3.28. Preparação de amostras – máquina automática de fusão

Mais uma inovação promovida pela ABNT NBR 14656:2023 permitindo explicitamente a utilização de máquina automática para fusão como alternativa para os métodos manuais. Aumentando a produtividade e a repetibilidade das condições de produção das amostras.

3.29. Preparação de amostras – pastilhas prensadas

Nesse item há uma mudança muito significativa em relação às duas normas. Na ABNT NBR 14656:2001 a única menção é de que a pressão adequada está entre 1 e 3 MPa. Já na ABNT NBR 14656:2023 a pressão deve estar entre 100 e 300 MPa para produzir uma pastilha de 32 mm de diâmetro. Esse detalhamento é muito importante, pois através dele é possível determinar a força de compressão que a prensa deve exercer para produzir a pastilha. Neste caso, a prensa hidráulica precisa ter capacidade mínima de 9 tf (tonelada-força) e máxima de 27 tf.

3.30. Curvas de Calibração e validação

Na ABNT NBR 14656:2001 não foram inseridos detalhamentos para a realização da curva de calibração e da validação da metodologia empregada na técnica de FRX. Já na versão ABNT NBR 14656:2023 didaticamente foram mencionados para a verificação do espectrômetro e a correção dos resultados.

3.31. Preparação do equipamento

Na ABNT NBR 14656:2001 não foram inseridos detalhes para a preparação do equipamento. Já na versão ABNT NBR 14656:2023 o parâmetro tempo de estabilização do equipamento foi citado e foram confirmadas que as recomendações do fabricante devem ser aplicadas.

3.32. Parâmetros instrumentais

Na ABNT NBR 14656:2001 foram inseridos detalhes dos detectores para cada tipo de elemento químico. Já na versão ABNT NBR 14656:2023 foram descritos os parâmetros a serem otimizados para melhor desempenho do espectrômetro de FRX.

3.33. Análise dos padrões e ajuste da curva

Apenas a versão ABNT NBR 14656:2023 informa que essas pastilhas determinar uma correlação entre a leitura no equipamento e o valor de referência do elemento que está sob análise.

3.34 Pastilhas monitoras

Apenas na versão ABNT NBR 14656:2023 é mencionado que essas pastilhas sejam utilizadas para corrigir os desvios do equipamento.

3.35. Validação da calibração

Mais uma inovação estabelecida pela ABNT NBR 14656:2023 permitindo explicitamente que a validação da calibração do equipamento seja utilizada para se estabelecer limites de precisão aceitáveis dos resultados encontrados pelo equipamento de FRX.

3.36. Análise de amostras de rotina

Apenas na versão ABNT NBR 14656:2023 é mencionado para amostras de rotina devem ser estabelecidos protocolos de preparação e de análise tanto para os padrões como das amostras para que sejam garantidas as comparabilidades entre todas as análises.

3.37. Repetibilidade - espectrômetro

Mais uma inovação significativa e relevante trazida pela ABNT NBR 14656:2023, pois através dela é possível avaliar a concordância entre 10 análises consecutivas de uma mesma amostra.

3.38. Repetibilidade - método

Outra inovação bastante importante e diferenciada da ABNT NBR 14656:2023, pois com isso é requisito é estabelecido a necessidade de se realizar a avaliação da concordância de análises consecutivas de 10 amostras de um mesmo material.

3.39. Expressão dos resultados

Na ABNT NBR 14656:2001 era mencionado apenas que os resultados deveriam ser expressos na forma de Concentração % com aproximação centesimal. Já na norma ABNT NBR 14656:2023, a análise química deve ser relatada na forma de óxidos. Além disso, quando para as concentrações acima a de 1%, os valores devem ser expressos com 4 significativos e abaixo concentrações de 1% com 3 significativos.

3.40. Expressão dos resultados – correção presença de sulfetos e cloretos

Outra novidade da ABNT NBR 14656:2023 no intuito de realizar as correções necessárias do processamento e produção das amostras de forma a ter uma análise mais fidedigna da composição química das matérias-primas e do cimento Portland.

3.41. Anexo A – Determinação do teor de ferro metálico

Mais uma novidade trazida pela norma ABNT NBR 14656:2023, onde é descrito um procedimento para determinação de ferro metálico com a utilização de imãs. O ferro metálico presente no cimento Portland e nas matérias-primas é proveniente do processamento. Entretanto, como o ferro é um dos componentes das matérias-primas e do próprio clínquer, isso poderá induzir erros durante a análise química quantitativa das amostras, majorando a sua concentração.

Conclusão

A ABNT NBR 14656:2023 foram feitas diversas melhorias que colaborarão para a melhor caracterização química do cimento Portland, das matérias-primas e até dos intermediários da produção como, por exemplo, o clínquer. A grande contribuição da norma atual está na preocupação com a garantia da validade dos resultados obtidos, o que pode ser observado com as inclusões dos itens: materiais de referência, materiais de referência industriais, padrões de calibração, repetibilidade do espectrômetro e repetibilidade do método. A atualização da ABNT NBR 14656 em julho de 2023 trará benefícios para as edificações em termos de durabilidade e desempenho, pois a análise química será mais criteriosa e precisa aumentando o grau de padronização e consequentemente de comparabilidade dos diversos fabricantes de cimento Portland no Brasil.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Iniciação Científica da Universidade- Unig pelo apoio na realização deste trabalho.

Referências Bibliográficas

ABNT NBR 14656: 2001 – Cimento Portland e matérias-primas — Análise química por espectrometria de raios X — Métodos de ensaio.

ABNT NBR 14656: 2023 – Cimento Portland e matérias-primas — Análise química por espectrometria de raios X — Métodos de ensaio.

ABNT NBR 16697: 2018 – Norma Brasileira Registrada para Cimento Portland - requisitos da Associação Brasileira de Normas Técnicas;

BAUER, Falcão, Materiais de Construção, Vol 1, 2014, 5ª Edição, São Paulo: LTC.

BERTOLINI, Luca, Materiais de construção: patologia, reabilitação, prevenção, 2014, 1ª Edição, São Paulo: Oficina de Textos.

APLICAÇÃO DE SIG NA PRODUÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS PARA ANÁLISE DA MICRORREGIÃO CIDADE DOS MENINOS – DUQUE DE CAXIAS – RJ

Guimarães D.R.¹, Chagas T.F.L.¹, Pires G.D.², Soares P.F.C.³, Silva FP⁴

¹ Aluno Engenharia Civil do Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu – RJ

^{2,3} Docentes Engenharia Civil do Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu – RJ

⁴ Docente Meteorologia- Universidade Federal do Rio de Janeiro-IGEO/UFRJ

209019573@aluno.unig.edu.br, 209005017@aluno.unig.edu.br; 0136072@professor.unig.edu.br;
0167018@professor.unig.edu.br, fabriciopolfke@igeo.ufrj.br

Resumo- Um dos grandes desafios dos gestores de cidades é a identificação, preservação dos recursos naturais e planejamento de ações que tenham o mínimo de impacto no meio ambiente. A gestão dos recursos naturais de forma sustentável tem se tornado obrigação no cenário mundial, assim, novas tecnologias estão ganhando visibilidade as quais oferecem uma maneira de eficazes soluções em larga escala. A profunda revolução que provocaram as novas tecnologias afetou decisivamente a evolução da análise espacial. Os SIG permitem compatibilizar a informação proveniente de diversas fontes: como sensores espaciais, informação no GPS ou obtida com método tradicional topografia. Pretende-se desenvolver mapas temáticos utilizando um sistema de informação geográfica em software livre para a criação de mapas temáticos voltados aos indicadores ambientais e análises espacial cadastral da região da Cidade dos Meninos-Duque de Caxias visando servir de bases para estudos posteriores.

Palavras-chave: SIG;; mapas temáticos; Cidade dos Meninos.

Abstract- One of the biggest challenges for city managers is identifying, preserving natural resources, and planning actions that have minimal impact on the environment. The management of natural resources in a sustainable way has become an obligation on the world stage, thus, modern technologies are gaining visibility which offer a way of effective solutions on a large scale. The profound revolution caused by modern technologies has decisively affected the evolution of spatial analysis. GIS make it possible to make information from diverse sources compatible: such as spatial sensors, GPS information or information obtained using traditional topography methods. The aim is to develop thematic maps using a free software geographic information system to create thematic maps focused on environmental indicators and cadastral spatial analysis of the Cidade dos Meninos-Duque de Caxias region, aiming to serve as bases for subsequent studies.

Keywords: GIS; thematic maps; Cidade dos Meninos

1 Introdução

Um Sistema de Informação Geográfica -SIG é constituído por um conjunto de "ferramentas" especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais. Esses dados geográficos descrevem objetos do mundo real em termos de posicionamento, com relação a um sistema de coordenadas, seus atributos não aparentes (como a cor, pH, custo, incidência de pragas etc.) e das relações topológicas existentes. Portanto, um SIG pode ser utilizado em estudos relativos ao meio ambiente e recursos naturais, na pesquisa da previsão de determinados fenômenos ou no apoio a decisões de planejamento, considerando a concepção de que os dados armazenados representam um modelo do mundo real, (Burrough, 1986). Um SIG pode, ainda, ser definido como um

sistema provido de quatro grupos de aptidões para manusear dados georreferenciados: entrada, gerenciamento, manipulação e análise, e saída. Os dados são georreferenciados quando estes possuem basicamente duas características: dimensão física e localização espacial, (Aronoff 1989). Em resumo, as principais características de SIG's são: - Integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno. - Combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados. - Consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados geocodificados. Os dados tratados em SIG's incluem: imagens de satélite, modelos numéricos de terreno, mapas temáticos, redes e dados tabulares.

A Cartografia é uma ciência, arte e técnica que viabiliza ao homem estudar e fazer representação do espaço geográfico. Ela exige conhecimento especializado e sistemático do espaço geográfico e formas de abstração da realidade capaz de elaborar produtos cartográficos que representem os fenômenos com clareza, harmonia e certa precisão geométrica. Imerso de simbologia, o mapa temático pode ser definido como uma espécie de obra de arte produzida num processo que inclui observação direta ou indireta da realidade captura e aquisição de dados, análise e escolha dos elementos que subsidiam sua representação, confecção e publicação, os quais podem servir para análises de área de estudo (DUARTE, 2006). É uma Figura projetada sobre a superfície plana que pode representar desde grandes escalas até pequenas escalas (MARTINELLI, 2010). Desde os primeiros mapas confeccionados, incluindo os mapas temáticos, os atuais produtos cartográficos passaram por processos evolutivos. A cada dia, as formas de representar a realidade tornam-se mais eficazes, com menor tempo para a produção e aumento da precisão, graças aos softwares de geoprocessamento atuais, a exemplo do QGIS. O QGIS é um software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) livre e gratuito¹, disponível em múltiplas plataformas (Windows, Mac e Linux), apresenta versão em português. Funciona de modo intuitivo, possibilita ao usuário visualizar, tratar e analisar dados geoespaciais confecciona mapas a partir de camadas vetoriais e/ou raster, instala plugins adicionais etc. O objetivo principal do Geoprocessamento é fornecer ferramentas computacionais para que diferentes analistas determinem as evoluções espacial e temporal de um fenômeno geográfico e as interrelações entre diferentes fenômenos. Tomemos um exemplo: ao analisar uma região geográfica para fins de zoneamento agrícola, é necessário escolher as variáveis explicativas (p.ex., o solo, a vegetação e a geomorfologia) e determinar qual a contribuição de cada uma delas para a obtenção de um mapa resultante. Alguns exemplos dos processos de análise espacial típicos de um Sig estão apresentados na tabela abaixo (adaptada de Maguire, 1991).

A organização de Bases de Dados Geoespaciais (BDG) apresentam grande importância na elaboração de políticas públicas voltadas a estudos ambientais, principalmente em diagnósticos que subsidiem planos de manejo, Estudo de impacto ambiental, entre outros instrumentos de planejamento das cidades ou ações

1.1 Objetivos

Para Objetivo Geral este projeto visou demonstrar que a técnica de sistema de informações geográfica pode gerar informações geoespaciais e análises, essenciais para gestão regional e de cidades. Para Objetivos Específicos A partir da obtenção dos dados primários os dados populacionais e características geográfica da região aplicando geotecnologia para demonstrar que o uso do geoprocessamento e Sistema de informações geográficas é eficaz na geração de mapas temáticos que possam ser, interdisciplinarmente, utilizados para implantação de planejamento na microrregião na

¹ O QGIS se encontra disponível em: https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html.

Cidade dos Meninos, localizada em Duque de Caxias, Baixada Fluminense – Rio de Janeiro para objetivo Geral este trabalho pretende demonstrar que o uso de sistema de informações geográfica permite gerar informações nobres para gestão de cidades. E especificamente utilizando dados socioeconômicos e ambientais da região espera-se com o uso do geoprocessamento gerar mapas temáticos a fim de gerar produtos para subsidiar estudos e projetos: Na produção de mapas temático pretende-se iniciar a produção dos seguintes produtos Mapas temáticos de indicadores ambientais, bases cartográficas de hidrografia, hipsografia, distribuição de ocupação de solo e bases cadastral que possam ser interdisciplinarmente utilizados para a análise da microrregião na Cidade dos Meninos, localizada em Duque de Caxias, Baixada Fluminense – Rio de Janeiro

1.2 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

1.2.1. LOCALIZAÇÃO

Duque de Caxias está situado na Região Metropolitana I do Estado do Rio de Janeiro que é uma região constituída por doze municípios: Belford Roxo; Duque de Caxias; Itaguaí; Japeri; Magé, Mesquita; Nilópolis, Nova Iguaçu; Paracambi; Queimados; São João do Meriti e Seropédica conforme mostra o mapa abaixo.

O território de Duque de Caxias Figura 1 envolve uma área de aproximadamente 465Km² que se limita: ao norte com os municípios de Miguel Pereira e Petrópolis; ao sul com o município do Rio de Janeiro; a oeste com os municípios de São João de Meriti, Nova Iguaçu e Belford Roxo e a Leste com o município de Magé e a Baía de Guanabara onde abriga área de preservação permanente de manguezal.



Figura 1 Perfil geopolítico administrativo

2 Estudo de Caso

A Cidade dos Meninos foi criada em 1946 como parte de uma das unidades da Fundação Abrigo Cristo Redentor e, inicialmente servia como albergue para meninas carentes. Posteriormente, a instituição passou a internar meninos carentes, passando a ser denominada “Cidade dos Meninos”. É dentro desta instituição de guarda e formação de menores que o Ministério da Saúde implanta no ano de 1947 o Instituto de Malariologia, ocupando 8 pavilhões. Em 1950, com a finalidade de erradicar as endemias inicia, em 1950, a produção de pesticidas. Além de HCH, a fábrica também formulava produtos à base de DDT e outros pesticidas. A fábrica fechou nos anos 60 e ao longo de 20 anos, pelo menos 360 toneladas se espalharam pela região. O resultado, obviamente, foi a contaminação geral. Como a substância leva décadas para se degradar, ainda está presente por lá. Hoje, resíduos de organoclorados estão no sangue de quase 75% dos moradores. (acpo.org.br)

Enfim a Cidade dos Meninos, foi erguida nos anos 1940 pelo governo Getúlio Vargas e que hoje abriga cerca de 1,4 mil famílias, anteriormente foi um lugar de internato para crianças órfãs e retiradas das ruas, e no terreno moravam também as famílias dos funcionários, que ganharam casas ali. Nos anos 1950 pavilhões desocupados passaram a abrigar o Instituto de Malariologia e uma fábrica de inseticidas organoclorados, hoje proibidos no Brasil. Conhecido como pó de broca, pode causar câncer, má-formação fetal, abortos espontâneos e alterações no sistema nervoso.

A cidade dos meninos ocupa uma área de 19217070,88 m². A área é cercada por grandes aglomerados urbanos tendo como motivo do não adensamento a restrição de ocupação por parte do Ministério da saúde. As suas propriedades têm 100% características rurais Figura 2 com grandes lotes e baixa densidade urbana.

Figura 2 Vista aérea da Cidade dos meninos



Fonte: Autor, 2023

Figura 3 Estradas vicinais CM



Fonte: autor, 2023

6.1 Material e métodos

Procedimentos metodológicos realizados levantamentos bibliográficos a partir de conceitos como paisagem, sobre as interações homem-natureza. Posteriormente, visitas de campo, a área selecionada limite da área. Definido os critérios para análise hidrológica da região e identificação das estruturas implantadas para zona de contenção de cheias, levantamentos de dados hidrológicos.

A metodologia para elaboração de BDG, surgiu a partir de experiências na produção do Sistema de informação geográfica SIG Geobaixada_FACeT criado para atender os estudos do Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade do curso Engenharia. Assim, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta metodológica desenvolvida para a criação de BDG Banco de dados Geográfico, que se divide em 4 etapas: avaliação, organização, qualidade e aplicação. Como principais resultados destacam-se: 2800 dados geoespaciais em 51 categorias temáticas, armazenados. em Banco um banco de dados. Utilizando o software livre Qgis e Google Earth por sua capacidade de integração e diversas ferramentas complementares. Essas características foram decisivas na escolha desse software para análise da microrregião de Cidade dos Meninos. Sendo a Cidade dos Meninos integralmente a área pública federal e toda dentro da área de abrangência da APA do alto Iguaçu de gestão estadual. Para os Mapas temáticos foram utilizando os softwares Qgis e Google Earth por sua capacidade de integração e diversas ferramentas complementares. Essas características foram decisivas na escolha desse software para análise da microrregião de Cidade dos Meninos. Metodologia Descrita na Figura 4.

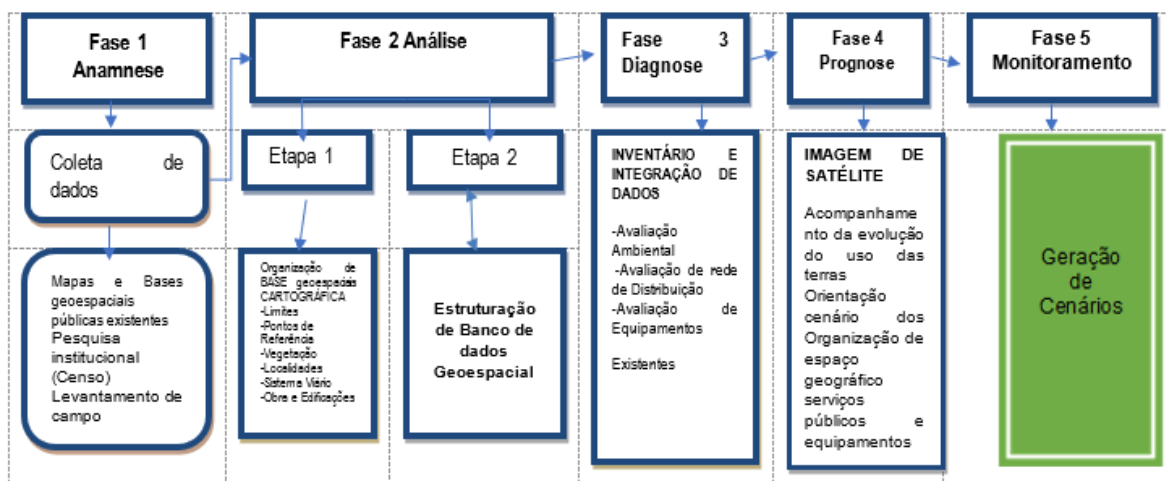


Figura 4 -Metodologia de Desenvolvimento. Fonte: Modificado de Pires (2003)

7 Resultados e produtos esperados

A Interface do sistema de Informações Geográficas Figura 5 destaca-se: 51 categorias temáticas, armazenados em Banco um banco de dados geográfico. mapa do bairro Cidade dos Meninos e de suas 27 ruas e vias. O bairro Cidade dos Meninos está localizado na cidade de Duque de Caxias, estado do Rio de Janeiro, região Sudeste do Brasil.

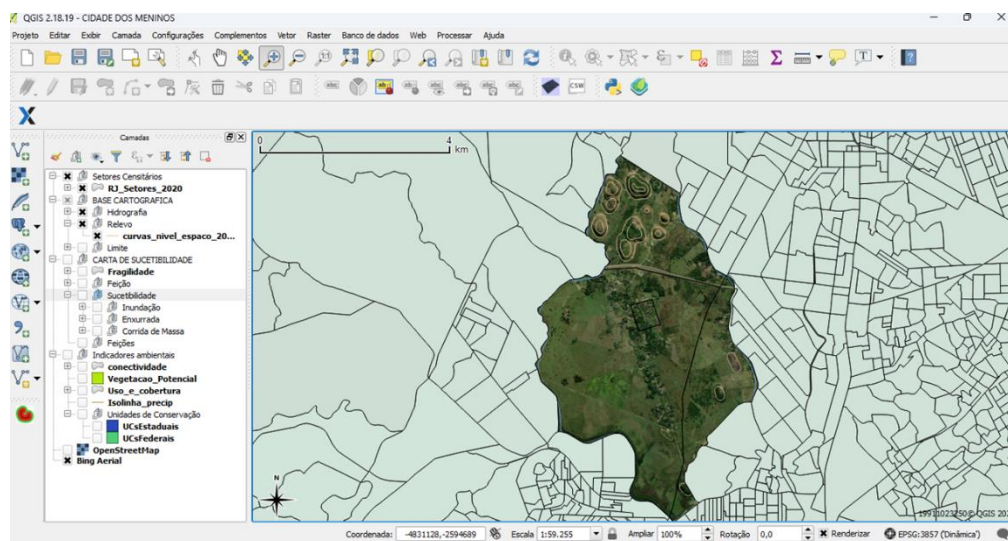


Figura 5 -Interface do sistema. Fonte: autor (2023)

Desenvolver os seguintes resultados a elaboração dos mapas temáticos elaborados com a utilização de técnicas para a melhor visualização e comunicação os mapas a serem desenvolvidos são: Carta topográfica escala 1:2000; Mapa de cobertura vegetal; Mapa de Impactos Ambientais; Mapa de Uso da Terra; - Mapa de Organização do Espaço mostra as regiões urbanizadas, regiões com atividades de agropecuária, paisagens naturais etc.

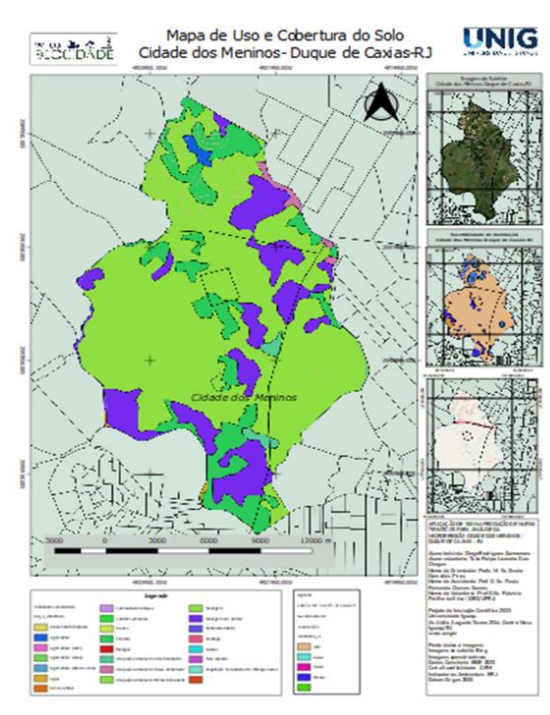


Figura 6- Mapa de uso e cobertura do solo Cidade dos meninos -Duque de Caxias-Fonte Autor (2023)

8 Conclusão

Diante do crescimento urbano um dos grandes desafios dos gestores de cidades é a identificação, preservação e planejamento de ações que tenham o mínimo de impacto no meio ambiente. A gestão dos recursos naturais de forma sustentável tem se tornado obrigação no cenário mundial, assim, novas tecnologias estão ganhando visibilidade as quais oferecem uma maneira de eficazes soluções em larga escala. A profunda revolução que provocaram as novas tecnologias afetou decisivamente a evolução da análise espacial. Os Sistemas de informações geográficas permitem compatibilizar a informação proveniente de diversas fontes: como sensores espaciais, informação no GPS ou obtida com método tradicional topografia. O presente estudo demonstra que a utilização um sistema de informação em software livre para a criação de mapas temáticos voltados aos indicadores ambientais e análises espacial cadastral da região de estudo permite auxiliar o desenvolvimento de estudos para desenvolvimento regional.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Iniciação Científica da Universidade- Unig pelo apoio na realização deste trabalho.

Referências

ARAÚJO, L. A. de: Danos Ambientais na idade do Rio de Janeiro. In: *Impactos Ambientais Urbanos no Brasil*. Org...: GUERRA e CUNHA, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001, pp. 347-403.

ARONOFF, S. *Geographic information systems: a management perspective*. Ottawa, WDL Publications, 1989. 295 p.

ARONOFF, S. *Geographical Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa, WDI Publications, 1989.

BERQUE, A. Paisagem-Marca, Paisagem-Matriz: Elementos da Problemática para uma Geografia Cultural. In: CORRÊA, Roberto Lobato; ROSENDAHL, Zeny (Orgs.). *Paisagem, Tempo e Cultura*. Rio de Janeiro: EDUERJ, 1998. p. 84-91.

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R.A. *Principles of geographical information systems*. Oxford, Oxford University Press, 1998.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J.S. "Geoprocessamento em Projetos Ambientais". Tutorial Apresentado no Congresso GIS Brasil 98. Disponível na Internet: www.dpi.inpe.br/cursos/gisbrasil/ FERRARI, R. *Viagem ao SIG*. Curitiba, Sagres Editora, 1997.

COELHO NETTO, A.L. "Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia", in *Geomorfologia; uma atualização de bases e conceitos*, (Guerra, A.J. T; Cunha, S.B, orgs.) Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, pp.93-148. 2009, 9ª edição.

FORMAN, R. *Urban Regions – ecology and planning beyond the city*. Cambridge University press. Cambridge, UK. 2008. 408p..

IBGE. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92p..

IBGE. *Manual Técnico de Uso da Terra, Manuais Técnicos em Geociências*. 2. ed., n. 7, IBGE, Rio de Janeiro. 2007..

MAGUIRE, D.; GOODCHILD, M.; RHIND, D. (eds.) *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. New York, John Wiley and Sons, 1991.

SATO, A.M. (2008): *Respostas geo-hidroecológicas à substituição de pastagens por plantações de eucalipto no médio vale do rio Paraíba do Sul: a interface biota-solo-água*.

TOMLIN, D. *Geographic information systems and Cartographic Modeling*. Prentice Hall, New York, 1990. FATOR GIS 97.:Anuário Fator GIS 97. Editora Sagres, revista Fator GIS, b1 – b2 p. Curitiba, PR. 1997

ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE UM PROJETO BIODIGESTORES REPLICAVEIS E SUSTENTAVEIS PARA CIDADE DOS MENINOS DUQUE DE CAXIAS – RJ

Chagas T.F.L.¹, Guimaraes D.R.², Pires G.D.³, Carlos E.G.⁴

^{1,2} *Aluno Engenharia Civil do Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu – RJ*

^{3,4} *Docentes Engenharia Civil do Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu – RJ*

209019573@aluno.unig.edu.br, 209005017@aluno.unig.edu.br; 0136072@professor.unig.edu.br;
0149013@professor.unig.edu.br

Resumo-Os efeitos das mudanças climáticas sentidas nos últimos anos, fizeram com que a sociedade cada vez mais, buscasse fontes de energia renováveis e soluções ecologicamente corretas. Exemplo disso foi o protocolo de Kyoto, onde países integrantes da Organização das Nações Unidas, comprometeram-se a reduzir a emissão de gases do efeito estufa. Com o aumento da preocupação global com a preservação dos recursos naturais e com a minimização do impacto no meio ambiente, a gestão dos resíduos de forma sustentável vem se destacando no cenário mundial. Assim, novas alternativas estão ganhando visibilidade, como por exemplo, os biodigestores, os quais oferecem uma maneira de tratamento de resíduos orgânicos. O presente trabalho pretende avaliar um Estudo de Viabilidade Técnica e econômica do projeto de instalação de biodigestor tubular na Cidade dos Meninos-Duque de Caxias, RJ.

Palavras-chave: biodigestor; biogás; biofertilizantes; saneamento.

Abstract- Abstract- The effects of climate change felt in recent years have led society to increasingly seek renewable energy sources and environmentally friendly solutions. An example of this was the Kyoto protocol, where member countries of the United Nations committed to reducing the emission of greenhouse gases. With increasing global concern about preserving natural resources and minimizing the impact on environment, waste management in a sustainable way has been gaining prominence on the world stage. Thus, new alternatives are gaining visibility, such as biodigesters, which offer a way of treating organic waste. The present work intends to evaluate a Technical and Economic Feasibility Study of the project to install a tubular biodigester in Cidade dos Meninos-Duque de Caxias, RJ.

Keywords: biodigester; biogas; biofertilizers; sanitation.

1 Introdução

Um dos grandes problemas ambientais da atualidade é o aumento contínuo da produção de resíduos orgânicos. Em muitos países, a gestão sustentável dos resíduos, bem como a sua redução, tornou-se grandes prioridades políticas, o que representa parte importante dos esforços comuns para reduzir a poluição e as emissões de gases de efeito estufa, e para mitigar as mudanças climáticas globais. Nesses países, a deposição descontrolada não é mais aceitável e até mesmo aterros

controlados, e incineração de resíduos orgânicos não são práticas consideradas ideais, sendo desejável a recuperação de energia e a reciclagem de nutrientes e de matéria orgânica (AL SEADI, 2018).

A digestão anaeróbia oferece algumas possibilidades interessantes e soluções para esses problemas globais como a produção de energia alternativa, manejo dos resíduos humanos, animais, urbanos e industriais com segurança, controle da poluição ambiental e produção de fertilizante natural para a agricultura. Outros benefícios da digestão anaeróbia incluem a diminuição de odores, a redução ou a eliminação de bactérias patogênicas dependendo da temperatura do tratamento (FAO, 2020; AL SEADI, 2018). Há um grande potencial para a tecnologia de digestão anaeróbia para produção de energia, que não é amplamente utilizada. Na maioria dos países industrializados, programas de biogás são muitas vezes impedidos por dificuldades operacionais, custos elevados de plantas e preços de energia ainda baixos. Na maioria dos países em desenvolvimento, a expansão dos programas de biogás foi restringida devido à falta de incentivos econômicos, de supervisão organizada e de ajuda financeira inicial; enquanto em outros países em desenvolvimento, um lento desenvolvimento tem sido observado, devido à falta de urgência, já que há outras formas de combustível de baixo custo não comerciais, tais como lenha (FAO, 2018).

O índice de atendimentos por coleta de esgotos sanitários para a cidade de Duque de Caxias é de 12,94%, de acordo com os Estudos Técnicos e Planejamento Regionalizado Metropolitano do Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário realizado pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE), 2020. Este estudo projeta que a coleta será de 90% em 2054. Este esgoto *in natura* é direcionado para Baía de Guanabara, através dos rios Saracuruna, São João do Meriti, Iguaçu e Caboclo. Hoje é indiscutível a participação de todos os setores da sociedade na busca pela melhoria na qualidade de vida do ser humano, tendo sempre como foco, diminuir ou mitigar os impactos causados ao meio ambiente. É imprescindível que todos tenham acesso a saneamento básico, principalmente a destinação dos RSUs, uma vez que o despejo irregular desses sólidos e do esgoto sanitário na natureza é um dos principais problemas ambientais da atualidade. Sendo assim, tecnologias alternativas e sustentáveis de tratamento dos efluentes sanitário domiciliares são de suma importância para o alcance das regiões onde o atendimento público oficial não alcança. A falta de acesso a um tratamento de esgoto adequado muita das vezes inviabiliza o desenvolvimento econômico de regiões com alta vulnerabilidade social que não possuem tratamento de efluentes esta necessidade fez com que a sociedade cada vez mais, buscasse fontes de energia renováveis e soluções ambientais. e de extrema importância soluções alternativas para áreas rurais e vulneráveis em muitos países, a gestão sustentável dos resíduos, bem como a sua redução, tornou-se grandes prioridades políticas, o que representa parte importante dos esforços comuns para reduzir a poluição. A cidade dos meninos ocupa uma área de 19217070,88 m². A área é cercada por grandes aglomerados urbanos tendo como motivo do não adensamento a restrição de ocupação por parte do Ministério da saúde gases de efeito estufa, e para mitigar as mudanças climáticas globais Curso de Engenharia Civil – Campus Nova Iguaçu

Diversos são os tipos de soluções para os Sistemas de tratamento de Esgoto Von Sperling (1995) citado por Shahateet (2018), os sistemas de tratamento de esgoto podem ser divididos em duas grandes variantes: “Sistemas individuais ou sistemas estáticos” e “Sistemas coletivos ou sistemas dinâmicos”.



Figura 1 Tipos de soluções de Tratamento de esgoto VonSoerling (1995)

De modo geral, sistemas descentralizados são aqueles que coletam, tratam e fazem a disposição final ou reuso do esgoto em local próximo à sua geração, diferentemente do que ocorre nos sistemas centralizados tradicionais. Alguns autores classificam os sistemas em centralizados ou descentralizados de acordo com o número de habitantes atendidos, a carga orgânica do esgoto e/ou o volume diário gerado (LIBRALATO; GHIRARDINI; AVEZZÙ, 2011). Na literatura, há várias propostas de classificação e nomenclaturas para os sistemas descentralizados (ex: onsite, individual, cluster, satellite, semi-centralized), mas o que é consenso é que existe uma ampla gama de possibilidades que se enquadram entre os dois extremos do tratamento de esgotos: pequenos sistemas descentralizados (unifamiliares) e grandes sistemas centralizados (grandes estações de tratamento de esgoto). Bueno (2017) faz uma síntese da diversidade de sistemas descentralizados na FIGURA 2.

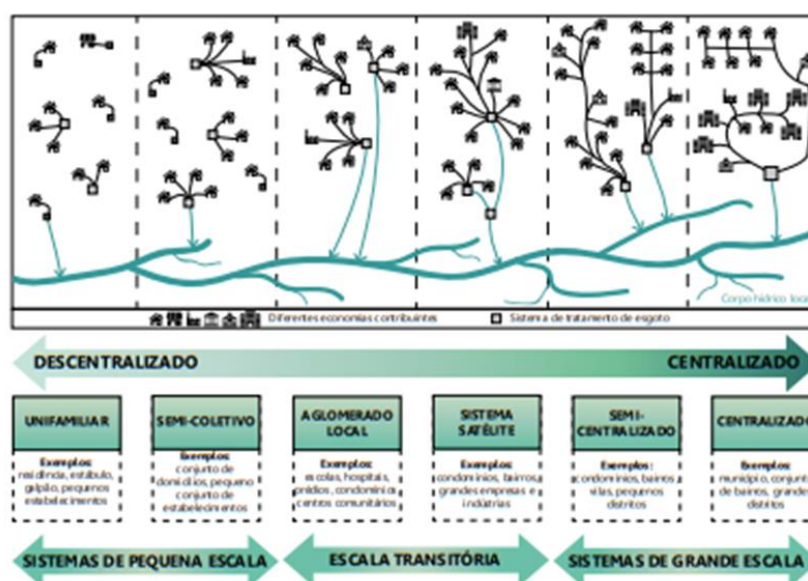


Figura 2. Gradiente de sistemas de tratamento de esgoto, conforme o seu nível de centralização ou descentralização
Fonte: Elaborado TONETTI(2018)

Tecnologias Alternativa para o tratamento de esgoto em comunidades isoladas

Segundo Tonetti (2018) os Sistemas descentralizados vêm ganhando cada vez mais atenção por apresentarem vários benefícios amplamente discutidos na literatura, tais como a demanda por menos recursos financeiros na implementação, a contribuição com a sustentabilidade local (METCALF & EDDY, 2003) e a oportunidade de reuso de água e nutrientes localmente (GIKAS; TCHOUBANOUGLOUS, 2008). Outras vantagens que esse tipo de sistema pode apresentar são sintetizadas em um quadro adaptado de Bueno (2017), que as divide em quatro áreas: social, econômica, ambiental e operacional (QUADRO 1).

ÁREA	VANTAGENS
SOCIAL	- Contribuem para a melhoria da saúde da população local - Podem gerar trabalho e renda - Podem ajudar a produzir alimentos, contribuindo com a segurança alimentar - São adaptáveis aos costumes e à cultura - Normalmente são bem aceitos pela população e entidades fiscalizadoras - Podem ajudar a compor o paisagismo local
ECONÔMICO	- Os sistemas mais simples têm baixo custo de instalação - Consomem pouca energia e insumos externos - Alguns subprodutos do sistema têm valor comercial e podem gerar renda (alimentos, biogás, plantas ornamentais) - Há economia em adubos quando se utiliza o esgoto tratado na agricultura
AMBIENTAL	- Sistemas unifamiliares podem ser compactos - Usam poucos insumos e energia na construção e operação - Reduzem a poluição do solo e corpos hídricos locais - Podem melhorar as condições ecológicas locais - Promovem o reúso de água e de nutrientes localmente
OPERACIONAL	- Dispensam a construção de rede coletora local e estações elevatórias - Têm boa flexibilidade operacional - Podem ser ampliados ao longo do tempo - Têm baixo consumo de materiais e energia - Em boa parte dos casos, não se cobra pelo tratamento - Não requerem mão-de-obra especializada - Podem tratar águas cinzas e de vaso sanitário separadamente - São pouco influenciados por desastres naturais

QUADRO 1. Principais vantagens do uso de sistemas descentralizados de tratamento de esgotos
TONETTI (2018)

Filtros Anaeróbios

Tecnologias Alternativa para o tratamento de esgoto em comunidades isoladas

Sistemas alagados Construídos -São também conhecidos como zonas de raízes normalmente possuem material particulado em seu interior

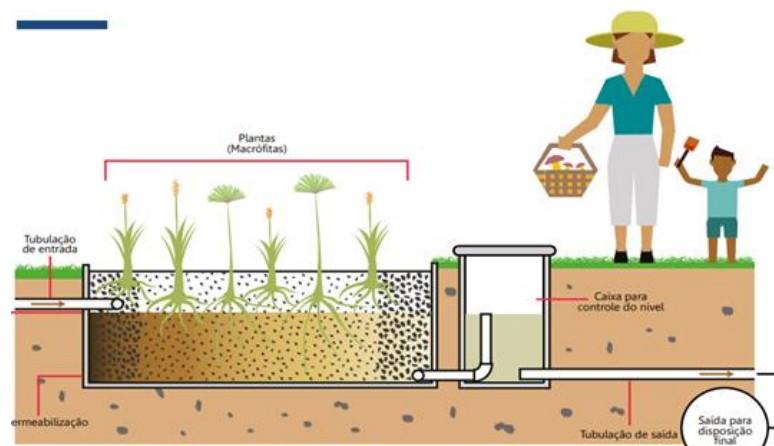


Figura 3 Sistemas alagados construídos

A Função de um filtro é separar elementos presentes em uma mistura uma câmara preenchida por material filtrante, onde há fixação dos micro-organismos que vão degradar matéria orgânica dissolvida, podendo existir fundo falso.

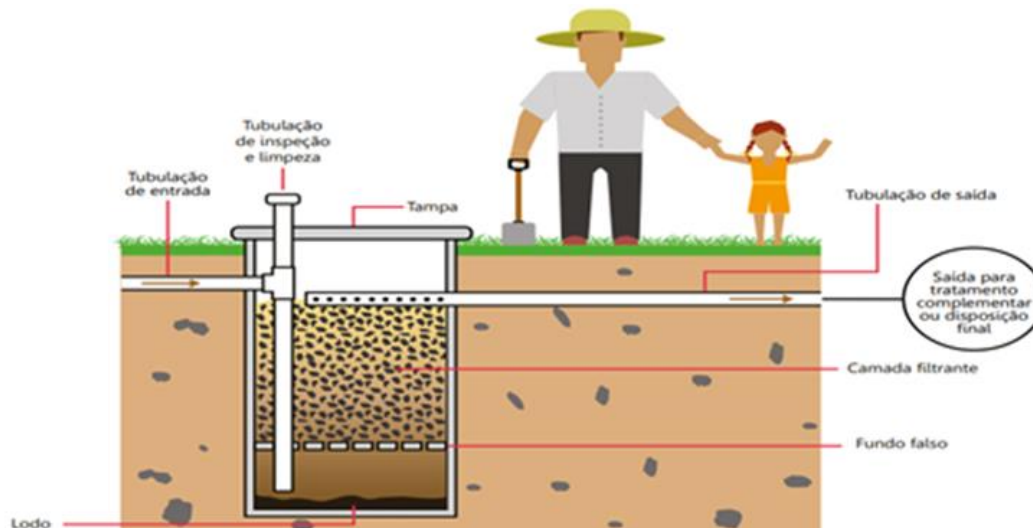


Figura 4 Filtro

2 Objetivos

Motivados pela necessidade da ONG Ecocidade na busca de propor uma solução alternativa para o saneamento da cidade dos meninos e consequentemente, a qualidade de vida dos moradores da região, o presente Projeto de Iniciação Científica tem como objetivos: Para objetivo Geral: Projetar um biodigestor visando o aproveitamento do biogás e para biofertilizante. No objetivo Específico realizou-se pesquisa para a obtenção dos dados populacionais e características da região visando: dimensionar um biodigestor adequado à Associação de Moradores da Cidade dos Menino -Duque de Caxias

3 Justificativas

Os Biodigestores são centrais de processamento de matéria orgânica, que aceleram sua decomposição em um sistema fechado sem a presença de oxigênio (anaeróbio) obtendo resíduos líquidos, que dependendo do processamento podem ser usados como biofertilizantes, e biogás que em motores adequados, podem sofrer combustão para a geração de energia térmica ou elétrica. A tecnologia ideal deve ser escolhida em função da matéria prima que se está utilizando, seja ela resíduo orgânico ou plantas energéticas. O produto principal (energia térmica, elétrica e/ou biofertilizante) deve priorizar o mercado que traz a maior lucratividade. Tais fatores fazem com que cada projeto de biodigestor seja extremamente característico da região onde se pretende implantar. Recomenda-se que um Modelo de Negócio ideal deve ser descrito em um Plano de Negócio para biodigestores que estude entre outras coisas a demanda específica do mercado local, os meios de financiamento do projeto, os tipos de substratos disponíveis assim como a possível variação de fornecimento destes durante um ano de operação, impacto em custos operacionais, custo local com energia e tecnologia necessária. Seu uso depende prioritariamente da necessidade do usuário ou empreendedor ligado imediatamente ao cenário onde será implantado. Os principais motivos para a implantação de biodigestores são:

- Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos do setor do agronegócio como os resíduos da agricultura, frigoríficos, abatedouros, matadouros, ...
- Tratamento de resíduos Sólidos Orgânicos Urbanos de feiras municipais, triagem de resíduos urbanos, ...
- Geração de biofertilizantes para a agricultura
- Geração de energia térmica para fábricas;
- Geração de energia elétrica para indústria, comércio e domicílio.

De maneira ampla, os biodigestores são reservatórios fechados onde ocorrem processos anaeróbios. Bactérias, na ausência de ar, atuam na transformação da matéria orgânica (biomassa), passando de moléculas mais complexas para aquelas com estruturas mais simples. A digestão anaeróbia de excretas oferece várias vantagens como: conversão de resíduos orgânicos em gás metano, que é um gás de efeito estufa, e o qual pode ser usado diretamente como fonte energética (biogás); redução da missão de amônia; controle de odores e produção de biofertilizante. Indiretamente, podem-se citar os alguns benefícios como: alterações nas relações familiares e sociais nas camadas de baixa renda em função do fornecimento de energia de baixo custo e todas as benéficas consequências; menor dependência de combustíveis fósseis; geração de empregos (FUKAYAMA, 2017).

De acordo com ARRUDA *et al.* (2019), a decomposição bacteriana de matéria orgânica sob condições anaeróbias é feita em três fases: hidrólise enzimática, fase ácida e fase metagênica (Figura 5).

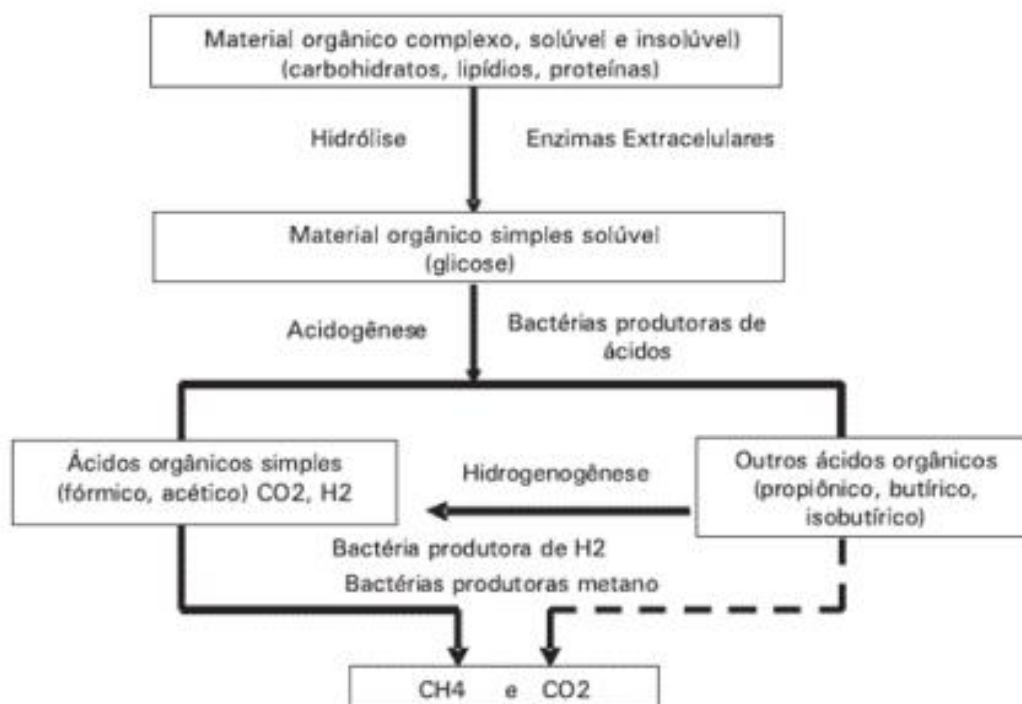


Figura 5- Etapas metabólicas do processo de digestão anaeróbia ARRUDA *et al.* (2019).

Na fase de hidrólise enzimática as bactérias liberam no meio as enzimas extracelulares que irão promover a hidrólise de partículas (quebra de partículas no meio aquoso), transformando moléculas grandes em outras menores e mais solúveis (BARREIRA, 2018)..

Na fase ácida (acidogênese e hidrogenogênese) as bactérias produtoras de hidrogênio transformam moléculas de proteínas, gorduras e carboidratos em ácidos (ácido láctico e ácido butílico), etanol, hidrogênio, amônia e dióxido de carbono, entre outros.

Na fase metagênica as bactérias metanogênicas atuam sobre o hidrogênio e o dióxido de carbono transformando-os em metano (CH₄). Essa fase limita a velocidade da cadeia de reações, devido, principalmente, à formação de microbolhas de CH₄ e CO₂ em torno da bactéria metanogênica isolando-a do contato direto com a mistura, razão pela qual a agitação é prática recomendável. Como resultado da biodigestão anaeróbia de excrementos, têm-se a produção de biogás e um efluente clarificado e mais estabilizado química e microbiologicamente, que pode ser usado como biofertilizante (BARREIRA, 2018).

A energia da biomassa é a energia que se obtém durante a transformação de produtos de origem animal e vegetal para a produção de energia calorífica e elétrica. Na transformação de resíduos orgânicos é possível obter biocombustíveis, como o biogás, o bioálcool e o biodiesel. A formação de biomassa a partir de energia solar é realizada pelo processo denominado fotossíntese, pelas plantas. Através da fotossíntese, as plantas que contêm clorofila transformam o dióxido de carbono e a água em materiais orgânicos com alto teor energético, que por sua vez, servem de alimento para os outros seres vivos. A biomassa através destes processos armazena a curto prazo, a energia solar sob a forma de hidratos de carbono. A energia armazenada no processo fotossintético pode ser posteriormente transformada em calor, liberando novamente o dióxido de carbono e a água armazenados. Esse calor

pode ser usado para mover motores ou esquentar água para gerar vapor e mover uma turbina, gerando energia elétrica. (VENTURIN; SLONGO,2022)

Para a aprovação de um projeto, devem ser considerados critérios financeiros e econômicos. Tendo isso em mente, faz-se imprescindível a análise da viabilidade econômica de qualquer projeto a ser realizado. Para se analisar a viabilidade de um investimento de capital, é necessário a ter em mente os riscos da incerteza de cada projeto e o modo como esse capital foi levantado (MARQUEZAN; BRONDANI, 2006). A análise da viabilidade econômica de um projeto, consiste em realizar análises que fornecerão dados que, posteriormente, poderão ser utilizados como critérios de comparação e permitirão uma tomada de decisão mais coerente para o investidor (ALVES, 2017). Se tratando de biodigestores, deve ser levado em consideração a economia gerada pela utilização do biogás, na produção de energia elétrica ou na sua utilização para fins de aquecimento, na utilização do biofertilizante obtido no processo, ou na venda desse biofertilizante, economia gerada pela utilização dos créditos de carbono, e os custos de manutenção e mão de obra para o funcionamento do biodigestor. Para a análise da viabilidade econômica do biodigestor, serão empregadas ferramentas e metodologias da matemática financeira, como: valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e Payback descontado. Tais ferramentas permitem analisar a viabilidade de um investimento, ou analisar entre dois investimentos, qual trará um maior ou mais rápido retorno financeiro (MARQUEZAN; BRONDANI, 2006)..

4 Estudo de Caso

O município de Duque de Caxias, onde se situa a Cidade dos Meninos, faz parte da região comumente chamada de Baixada Fluminense, que se caracteriza pela grande concentração de pobreza e de carência de infraestrutura urbana. A cidade apresenta uma série de problemas ambientais classificados pela Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente - FEEMA como críticos: deficiência de infraestrutura sanitária, condições precárias de vida, favelização, degradação de áreas de preservação ambiental, áreas com deficiente cobertura arbórea ocasionando assoreamento de corpos de água, poluição do ar, solos e águas superficiais e subterrâneas, depósitos de resíduos sólidos irregulares, aterramento de corpos de água, vazamento e lançamento de óleo, etc. (Teixeira et al., 1998).

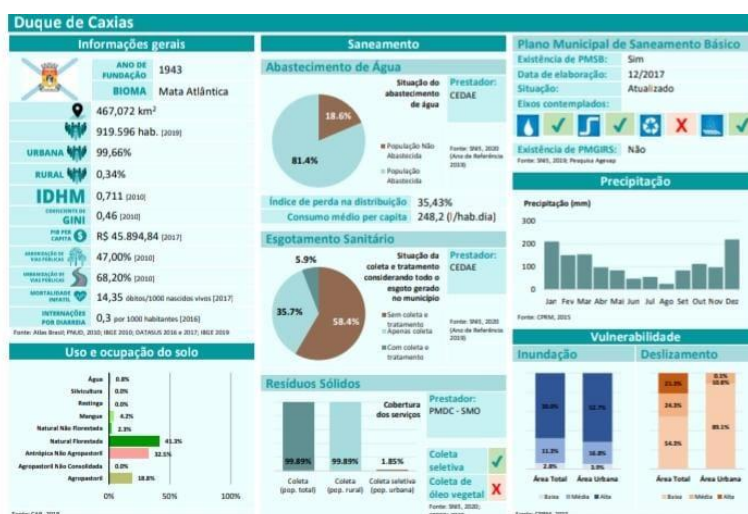


Figura 6 Perfil socioeconômico Município de Duque de Caxias Fonte Prefeitura de Duque de Caxias

A Cidade dos Meninos foi criada em 1946 como parte de uma das unidades da Fundação Abrigo Cristo Redentor e, inicialmente servia como albergue para meninas carentes. Posteriormente, a instituição passou a internar meninos carentes, passando a ser denominada “Cidade dos Meninos”. É dentro desta instituição de guarda e formação de menores que o Ministério da Saúde implanta no ano de 1947 o Instituto de Malariologia, ocupando 8 pavilhões. Em 1950, com a finalidade de erradicar as endemias inicia, em 1950, a produção de pesticidas. Além de HCH, a fábrica também formulava produtos à base de DDT e outros pesticidas. A fábrica fechou nos anos 60 e ao longo de 20 anos, pelo menos 360 toneladas se espalharam pela região. O resultado, obviamente, foi a contaminação geral. Como a substância leva décadas para se degradar, ainda está presente por lá. Hoje, resíduos de organoclorados estão no sangue de quase 75% dos moradores. (acpo.org.br) Enfim a Cidade dos Meninos, foi erguida nos anos 1940 pelo governo Getúlio Vargas e que hoje abriga cerca de 1,4 mil famílias, anteriormente foi um lugar de internato para crianças órfãs e retiradas das ruas, e no terreno moravam também as famílias dos funcionários, que ganharam casas ali. Nos anos 1950 pavilhões desocupados passaram a abrigar o Instituto de Malariologia e uma fábrica de inseticidas organoclorados, hoje proibidos no Brasil. Conhecido como pó de broca, pode causar câncer, má-formação fetal, abortos espontâneos e alterações no sistema nervoso.

A cidade dos meninos ocupa uma área de 19217070,88 m². A área é cercada por grandes aglomerados urbanos tendo como motivo do não adensamento a restrição de ocupação por parte do Ministério da saúde.



Figura 7 Vista aérea da Cidade dos meninos

As suas propriedades têm 100% características rurais Figura 8 com grandes lotes e baixa densidade urbana.



Figura 8 padrões de construção



Figura 9 Estradas vicinais CM

Dimensionamento do Biodigestor

Para o dimensionamento será considerado o número que pessoas por residência, o volume de descarga e o número de vezes que cada indivíduo utiliza o sanitário (defecar + urinar), ao longo dos 07 (sete) dias.

O cálculo da carga diária se dá da seguinte maneira:

Nº de indivíduos x (quantidade defecado + 5L água) + nos indivíduos x frequência que se urina x (volume de urina + 5L água) = carga diária x vezes na semana (1)
Conhecendo a carga diária e o tempo de retenção (o qual adotaremos 40 dias), se conhece o volume líquido do biodigestor.

$$\text{Volume líquido (VL)} = \text{equação 1} \times 40 \text{ dias} \quad (2)$$

Considerando o volume do gás como 25% do volume total, que significa um terço do volume líquido, temos:

$$\text{Volume de gás (VG)} = \text{volume líquido} / 3 \quad (3)$$

Finalmente o volume total será, portanto, a soma de VL e VG:

$$\text{Volume Total (VT)} = \text{VL} + \text{VG} \quad (4)$$

Para confecção do biodigestor será usado, para este projeto, polietileno tubular. Para a construção do biodigestor se prende o plástico em ambas as extremidades – para a entrada e a saída. O volume total dessa seção é equivalente ao volume de um cilindro (em metros cúbicos), calculado multiplicando $\pi \times r^2 \times L$ onde $\pi = 3,1416$, r o raio do tubo (em metros) e L , o comprimento do biodigestor (em metros).

Obtém-se então $\pi \times r^2$ para calcular o comprimento necessário para atingir o volume total. Sabendo o volume do digestor e as seções transversais dos plásticos disponíveis (de acordo com a largura do rolo), determina-se o comprimento necessário. Se o volume do digestor é $\pi \times r^2 \times L$, e sabem-se todos os parâmetros exceto o comprimento, da fórmula acima obtém-se:

$$L = \text{VT} / (\pi \times r^2) \quad (5)$$

Sabendo o volume total do biodigestor deve-se determinar as dimensões dele. As primeiras dimensões a se determinar são o comprimento e o raio do biodigestor tubular. Desta forma, monta-se uma tabela com todas as possibilidades de largura de rolo, e cujos resultados são colocados para o comprimento de cada largura de rolo e da relação comprimento/diâmetro (Tabela 1).

Largura do rolo (m)	Comprimento do biodigestor (L em metros)	Diâmetro do biodigestor (D em metros)	L/D
1,0	$\text{VT}/0,32 = A$	0,64	$A/0,64$
1,25	$\text{VT}/0,50 = B$	0,80	$B/0,80$
1,50	$\text{VT}/0,72 = C$	0,96	$C/0,96$
1,75	$\text{VT}/0,97 = D$	1,12	$D/1,12$
2,0	$\text{VT}/1,27 = E$	1,28	$C/1,28$

Tabela 1 – Cálculo para obtenção do comprimento e relação comprimento/diâmetro para diferentes larguras de rolo de plástico

De acordo com as larguras dos rolos, existem diferentes possibilidades para comprimento do biodigestor de forma a atingir o volume total desejado. Maiores larguras de rolos requerem menor comprimento para alcançar o volume desejado. Mas recomenda-se que os digestores não sejam demasiadamente curtos ou longos, devendo a relação L/D estar num intervalo de 5 a 10, sendo que uma ótima relação entre o diâmetro e o comprimento é de 7.

Material e métodos

Todo o dimensionamento dos elementos de projeto será baseado na NBR 7229/93 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos, e NBR 13969/97 – Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação, da ABNT. Esses documentos balizam todos os cálculos necessários para determinar as vazões de projeto e posteriormente as dimensões dos dispositivos.

8 Resultados e produtos esperados

A Geração de energia (biogás), tratamento de efluentes e resíduos domésticos e agrícolas, produção de biofertilizante são os principais benefícios que se podem obter, justamente alguns dos aspectos mais necessários no mundo atual: obtenção de energia, promoção de saneamento ambiental e enriquecimento do solo.

O biodigestor modelo chinês foi desenvolvido voltado para as pequenas propriedades rurais. É um modelo de peça única, construído quase totalmente de alvenaria e enterrado no solo. Possui um menor custo de construção quando comparado a outros modelos, pois o gasômetro também é confeccionado em alvenaria. Este modelo é formado por uma câmara cilíndrica em alvenaria com teto abobadado destinado ao armazenamento do biogás. O teto deve ser impermeável e bem vedado para que não ocorram rachaduras em sua cúpula, com consequente perda de gás. Também é composto por uma caixa de entrada da biomassa e uma caixa de saída parcialmente subterrânea. O funcionamento do biodigestor modelo chinês é baseado no princípio da prensa hidráulica. Aumentos de pressão em seu interior resultantes do acúmulo do biogás resultarão em deslocamentos do efluente da câmara de fermentação para a caixa de saída, e em sentido contrário quando ocorre descompressão. Uma parte do biogás formado é liberada através da caixa de saída, diminuindo a pressão interna do biodigestor, diminuindo a efetividade do processo de produção do biogás. A biomassa fornecida deve conter no máximo 8% de sólidos totais para facilitar a fermentação e evitar entupimentos de canos.

O projeto de biodigestor em relação ao dimensionamento o biodigestor foi projetado para atender uma família em área rural com até 5 pessoas, com capacidade de retenção de hidráulica de 15 dias e volume útil de 7,6m³, conforme adaptação da metodologia encontrada em Portes (2005) e Silva (2015). O projeto foi realizado usando a ferramenta Autocad na escala 1:50, apresentando a planta baixa e o corte AA. e baseado em um modelo chinês onde se pretendeu visar de custo-eficiência de uma solução. Mão de Obra; Tijolo maciço(5X19X19); Cimento; Areia lavada; Pedra; Tinta; Registro para gás; Tubo Plástico para os queimadores(10mm); Tubo PVC para coletor até o biodigestor (200 mm); Tubo PVC para conexões do imóvel até o biodigestor (75 mm).

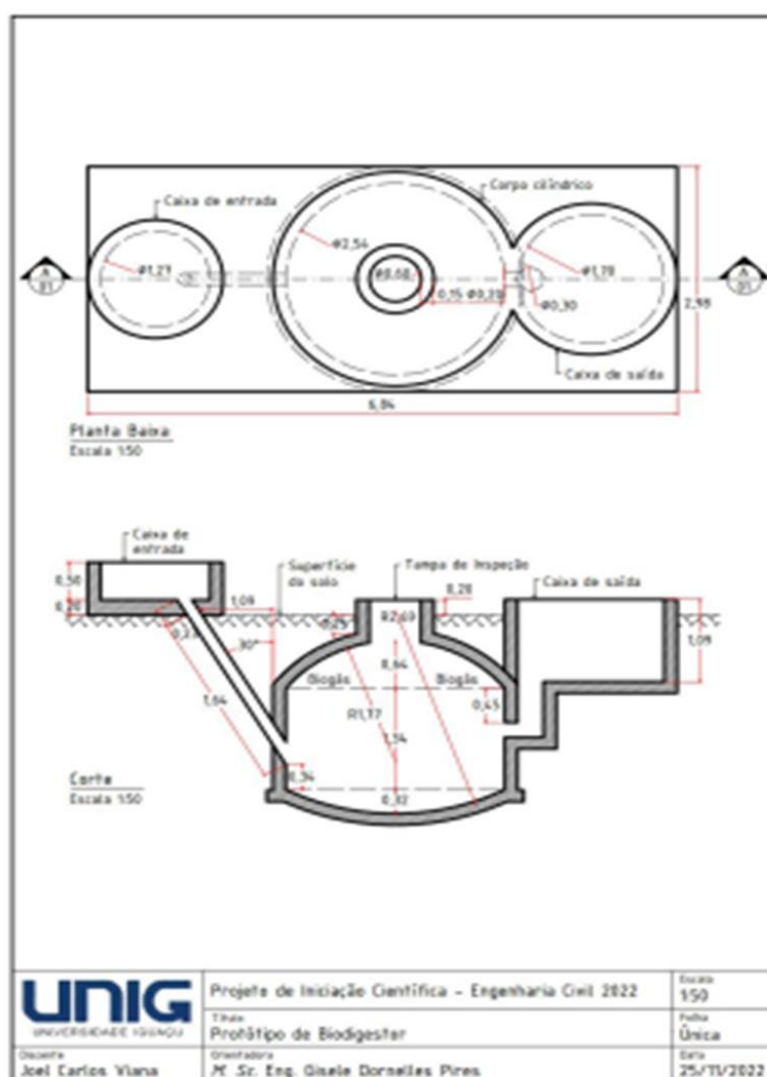


Figura 10 Planta do protótipo de biodigestor chinês Cidade dos Meninos (Vianna,2022)

O projeto de biodigestor será baseado em um modelo pretende-se realizar a Viabilidade econômica buscando uma avaliação de custo-eficiência de um projeto ou solução. Conhecida como análise de custo-benefício. ou a aceitação da solução (definição, seleção, aquisição, e fases do projeto).

Através dos resultados a serem demonstrados nesse trabalho, prevê-se que com a estimativa de valor é possível orçar a instalação do biodigestor para que possam ser obtidos após a construção do Biodigestor e possibilitar a captação de recursos para a implantação.

A viabilidade econômica de biodigestores depende de diversos fatores, os atores que influenciam a viabilidade econômica dos biodigestores são:

- **Custos de instalação:** Os custos de instalação do biodigestor incluem a aquisição do equipamento, a preparação do terreno, a instalação de tubulações e sistemas de captação e armazenamento de biogás e biofertilizante.
- **Custos operacionais:** Os custos operacionais incluem o consumo de energia elétrica para a agitação do material orgânico, a manutenção do biodigestor e a limpeza do equipamento.
- **Preço da energia elétrica:** O preço da energia elétrica pode afetar a viabilidade econômica do biodigestor, que pode ser vendida ou utilizada para reduzir os custos de energia elétrica da propriedade.

- Disponibilidade e custo dos resíduos orgânicos: A disponibilidade e o custo dos resíduos orgânicos podem afetar a viabilidade econômica do biodigestor, uma vez que o custo do transporte e armazenamento desses resíduos pode ser elevado.
- Incentivos fiscais e financeiros: Os incentivos fiscais e financeiros oferecidos pelo governo podem tornar o investimento em biodigestores mais atrativo, reduzindo os custos de aquisição do equipamento e de instalação do sistema. É importante que a viabilidade econômica do biodigestor seja avaliada de forma cuidadosa e realista, considerando todos os fatores envolvidos, para garantir que o investimento seja rentável e sustentável.

9 Conclusão

Há no mercado diversas soluções alternativa de saneamento Rural todos apresentam características e especificidades e para implantação tem de se levar em conta estudos ambientais o projeto tem um grande potencial para solução alternativa de saneamento na cidade dos Meninos Duque de Caxias onde deverá ser implantado com o apoio e a intermediação da ONG local Ecocidade junto a agencias fomentadoras. A viabilidade econômica do biodigestor dependerá de diversos fatores, como o custo dos equipamentos, o preço da energia elétrica, o custo de transporte e armazenamento do biofertilizante, a disponibilidade e o custo dos resíduos orgânicos, entre outros. É importante que a viabilidade econômica do biodigestor seja avaliada considerando todos os fatores envolvidos, para garantir que

10 Referências

- AL SEADI, T.; RUTZ, D.; PRASSL, H.; KÖTTNER, M., TOBIAS FINSTERWALDER, T.; VOLK, S.; JANSSEN, R. *Biogas: handbook. Esbjerg (Dinamarca), University of Southern Denmark, 2018.*
- ARRUDA, M. H.; AMARAL, L. P.; PIRES, O. P. J.; BARUFI, C. R.V. *Dimensionamento de Biodigestor para Geração de Energia Alternativa. Rev. Científica Eletrônica de Agronomia: 1 (2). 2019.*
- BARREIRA, P. *Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural. São Paulo, Ícone, 2018. 106 p.*
- FAO – Food and Agriculture Organization. *Biogas processes for sustainable development. Roma (Itália), 2020.*
- GONÇALVES A.D. Santos D. M. OLIVEIRA G. S. P. Ferreira J. I. C. Gabriel L. C. *Dimensionamento e análise da viabilidade técnica e econômica de um biodigestor tubular*https://www.ifmg.edu.br/arcos/ensino-1/tai/20181_TAI3_Biodigestortubular.pdf
- FUKAYAMA, E. H. *Características Quantitativas e Qualitativas da Cama de Frango sob Diferentes Reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017.*
- PAULA, A. N. de. *Biogás: o combustível do Futuro. Monografia (Especialização em Formas Alternativas de Energia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.*
- TONETTI, A. L., 1973- *Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções.* /Ana Lucia Brasil, Francisco José Peña y Lillo Madrid, et al. -- Campinas, SP.: Biblioteca/Unicamp, 2018. e-book, il. ISBN 978-85-85783-94-5<<https://www.fecfau.unicamp.br/~saneamentorural/wp-content/uploads/2018/11/Livro-Tratamento-de-Esgotos-Dom%3a9sticos-em-Comunidades-Isoladas-ilovepdf-compressed.pdf>>

CONFEÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO 'AS BUILT' PARA LEGALIZAÇÃO DE UM IMÓVEL JUNTO À PREFEITURA DE NOVA IGUAÇU

Carvalho J.J. R.¹; Mello M. A. G.²;

1 Aluno Engenharia Civil da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Luz, 26260-045, Nova Iguaçu – RJ.

2 Doutor e Mestre em Engenharia Civil, Docente da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Luz, 26260-045, Nova Iguaçu – RJ.

¹joaojr.rdc@gmail.com² marco.gomesdemello@eb.mil.br

Resumo - Este artigo aborda o processo de legalização de imóveis em Nova Iguaçu, destacando os desafios enfrentados nesse contexto e tem o propósito de descrever as medidas necessárias para legalizar um imóvel que dispõe de uma construção já erguida, sem uma licença prévia, com ênfase no levantamento de dados do imóvel e no projeto arquitetônico. Inicialmente, é discutida a importância de compreender a diferença entre aprovação de projeto e legalização de imóveis, ressaltando a necessidade de atender às exigências das normas municipais, como o Código de Obras, o Plano Diretor e a Lei de Uso e Ocupação do Solo. Em seguida, é apresentada a etapa de coleta de dados, descrevendo o uso de diferentes equipamentos de medição, como trena a laser, trena comum, GPS e máquina fotográfica. O trabalho foi realizado por uma equipe composta pelo autor, um assistente e um auxiliar, que mediram todas as distâncias e níveis necessários. Posteriormente, os dados coletados foram utilizados para a confecção das plantas baixas, plantas de cobertura, plantas de cortes, plantas de fachadas, planta de localização do terreno e planta de situação, utilizando o software AutoCAD. Por fim, são discutidos os resultados obtidos, ressaltando a importância do conhecimento da legislação e a necessidade de um profissional habilitado para a correta elaboração do projeto arquitetônico. O estudo de caso realizado evidenciou a complexidade do processo de legalização de imóveis e a importância de atender às exigências da prefeitura para garantir a regularização do imóvel. Esse estudo contribui para ampliar o entendimento sobre a legalização de imóveis em Nova Iguaçu e serve como base para futuras pesquisas e intervenções nessa área.

Palavras-chave: legalização, Nova Iguaçu, AutoCAD.

Abstract – This article addresses the process of property legalization in Nova Iguaçu, highlighting the challenges faced in this context. Its purpose is to describe the necessary steps to legalize a property with an existing construction but without prior approval, with a focus on data collection and architectural design. Initially, the importance of understanding the difference between project approval and property legalization is discussed, emphasizing the need to comply with municipal regulations such as the Building Code, the Master Plan, and the Land Use and Occupancy Law. Next, the data collection stage is presented, describing the use of various measuring instruments such as laser tape measures, standard tape measures, GPS, and a camera. The work was conducted by a team consisting of the author, an assistant, and an aide, who measured all the required distances and levels. Subsequently, the collected data was used to create floor plans, roof plans, section plans, elevation plans, site location plans, and site layout plans using AutoCAD software. Finally, the obtained results are discussed, highlighting the importance of knowledge of the legislation and the need for a qualified professional to properly develop the architectural design. The conducted case study highlighted the complexity of the property legalization process and the importance of meeting the municipality's requirements to ensure property regularization. This study contributes to a better understanding of property legalization in Nova Iguaçu

and serves as a basis for future research and interventions in this area.

Keywords: *legalization, Nova Iguaçu, AutoCAD.*

INTRODUÇÃO

A cidade de Nova Iguaçu, localizada na Baixada Fluminense, apresenta um contexto histórico que contribuiu para uma ocupação desorganizada e resultou em um grande número de imóveis em situação irregular. Essa realidade tem impactos negativos no desenvolvimento do país, ressaltando a importância e a necessidade do processo de legalização de imóveis. A falta de planejamento e a utilização de meios informais no setor imobiliário brasileiro agravam a desordem progressiva, desconsiderando a colaboração dos responsáveis legais no dimensionamento e na execução dos projetos (ROCHA, 2019).

Diante do acelerado crescimento populacional e da demanda por obras e expansões, a ocorrência de construções irregulares em Nova Iguaçu tornou-se cada vez mais comum (NASCIMENTO, 2011). A falta de fiscalização e de pessoal juridicamente responsável por avaliar e orientar o processo de legalização contribui para a perpetuação desse sistema (OZÓRIO, 2007). Nesse sentido, é essencial realizar um trabalho de conscientização da população, demonstrando os benefícios que a legalização de imóveis pode proporcionar, como a segurança nas transações imobiliárias, a possibilidade de obtenção de financiamento e a prevenção de multas (PAIXÃO, 2016).

No século XIX, a cidade de Nova Iguaçu teve sua ocupação através da vocação da região em ser uma passagem segura no sentido da interiorização do Império, no território brasileiro, em meio ao Ciclo do Ouro. Nesse sentido, a onda migratória que povoou a cidade, na época, em busca de trabalho, suscitou uma ocupação rápida e desorganizada assim como ocorreu em outras cidades e estados brasileiros. Com o passar dos anos, novos ciclos econômicos tiveram ascensão como o do café (SOARES, 1962), e posteriormente o das laranjas (CARVALHO, 1998), o que atraiu um grande número de migrantes em busca de oportunidades, tendo em vista que a produção agrícola daquela região possuía bastante demanda.

No contexto da elaboração dos projetos arquitetônicos, o uso de softwares de desenhos técnicos, como AutoCAD, Revit e SketchUp, tem se mostrado fundamental para a agilidade e precisão na criação dos projetos, respeitando as normas técnicas vigentes. O software AutoCAD, amplamente utilizado na construção civil, oferece recursos que auxiliam na redução de custos, tempo e erros na construção (JARLIANE, 2020).

Neste estudo de caso, foi executado o projeto arquitetônico "As Built" para a legalização de um imóvel específico, a antiga Escola Sistema Helena de Ensino, situada no bairro de Cabuçu em Nova Iguaçu. O projeto "As Built" consiste no levantamento das características físicas e dimensionais da edificação já construída, permitindo a geração de um modelo atualizado e preciso, em conformidade com as normas e legislações pertinentes (JARLIANE, 2020).

Para a confecção de um bom projeto arquitetônico de legalização de imóvel, a vistoria técnica da edificação é um fator preponderante. Essa vistoria envolve o uso de instrumentação básica adequada, como trena e prancheta, para o levantamento de dados precisos. Com esses dados, é

possível gerar plantas, desenhos e modelos tridimensionais que representam fielmente as características da construção, garantindo a segurança, a qualidade e a durabilidade das edificações (SOARES, 1962).

A partir da análise dos diversos aspectos abordados, este artigo científico busca aprofundar o estudo do processo de legalização de um imóvel em Nova Iguaçu, por meio do estudo de caso da confecção do projeto arquitetônico "As Built" da antiga Escola Sistema Helena de Ensino. Será examinado o papel dos instrumentos legais, como o Estatuto da Cidade, o Plano Diretor, o Código de Obras e a Lei de Uso e Ocupação do Solo de Nova Iguaçu, na promoção da regularização e ordenamento urbano (Estatuto da Cidade, Plano Diretor, Código de Obras, Lei de Uso e Ocupação do Solo de Nova Iguaçu, 2023). Além disso, serão consideradas as diretrizes estabelecidas pela Lei 10.257/01, conhecida como Estatuto da Cidade, que regula a política urbana no Brasil e busca promover um desenvolvimento sustentável e o direito à moradia (Lei 10.257/01, 2023).

Este estudo também se apoia em pesquisas anteriores que abordaram a realidade urbana de Nova Iguaçu. Nascimento (2011) discute a transformação da cidade, inicialmente uma freguesia, em uma cidade dormitório, com um crescimento desordenado e ocupação irregular do solo. Ozório (2007) apresenta sua dissertação de mestrado, que investiga o processo de (re)produção do espaço urbano em Nova Iguaçu entre os anos de 1990 e 2007, destacando os desafios e implicações desse processo. Rocha (2019) analisa a reestruturação urbana e o "novo mercado imobiliário" em Nova Iguaçu, evidenciando as mudanças e os impactos na dinâmica urbana da cidade.

Além disso, Paixão (2016) oferece um guia prático para aprovação de projetos de prefeitura, fornecendo orientações sobre os procedimentos e exigências para a legalização de imóveis. Soares (1962) contribui com uma análise histórica sobre a absorção de Nova Iguaçu como uma célula urbana pelo grande Rio de Janeiro, destacando os processos de urbanização e expansão da cidade.

Com base nesses estudos anteriores e nas questões levantadas, este artigo busca contribuir para a compreensão do processo de legalização de imóveis em Nova Iguaçu, destacando os desafios e as possíveis soluções para a regularização e ordenamento urbano. O estudo de caso da confecção do projeto arquitetônico "As Built" da antiga Escola Sistema Helena de Ensino servirão como exemplo concreto das etapas e procedimentos necessários para a legalização de um imóvel na cidade.

Após contextualizar a situação da ocupação desorganizada e a necessidade de legalização de imóveis em Nova Iguaçu, é fundamental estabelecer uma metodologia adequada para investigar e compreender esse processo. Neste sentido, a presente pesquisa adotará uma abordagem qualitativa e exploratória, buscando utilizar fontes documentais, realizando uma pesquisa de campo. A coleta de dados será no local onde se quer legalizar e a confecção das plantas no software AutoCAD. Por meio dessa metodologia, espera-se obter uma compreensão aprofundada do processo de legalização de imóveis em Nova Iguaçu.

METODOLOGIA

O estudo de caso foi a legalização, junto a Prefeitura de Nova Iguaçu, da antiga Escola Sistema Helena de Ensino, situada na Av. Abílio Augusto Távora, nº 7.152 – Lt 04, Qd 07, Cabuçu - Nova Iguaçu/RJ.

Para atingir os objetivos propostos, faz-se necessário estabelecer as etapas metodológicas que

serão seguidas neste estudo. Inicialmente, será realizada uma diferenciação entre os processos de aprovação de projeto e legalização de imóvel, com o intuito de compreender suas particularidades e requisitos específicos. Serão analisados os documentos necessários para a legalização, levando em consideração as normas e legislações vigentes, a fim de identificar quais são os requisitos exigidos pelas autoridades competentes.

Em seguida, serão realizadas visitas ao imóvel em questão, utilizando equipamentos de medição adequados, como trena a laser, trena comum, GPS, máquina fotografia e prancheta de anotações, para coletar os dados necessários à confecção das plantas. Essa etapa envolverá a medição de dimensões, áreas e características físicas da edificação, visando obter informações precisas e detalhadas sobre o imóvel.

Após a coleta de dados, será realizado o trabalho de elaboração do projeto arquitetônico “As Built” no software AutoCAD. Esse programa será utilizado para criar as plantas, desenhos e modelos tridimensionais que representem de forma fiel as características da construção já erguida. Serão consideradas as normas técnicas e legislações pertinentes, garantindo a segurança, qualidade e conformidade do projeto.

a. Aprovação de projeto X Legalização de imóvel

Para compreender adequadamente o processo de legalização de um imóvel em Nova Iguaçu, é fundamental estabelecer a diferença entre a aprovação de projeto/licença de construção e a legalização em si. Embora ambos os processos exijam um projeto arquitetônico assinado por um profissional técnico registrado no conselho competente (CREA), seus objetivos são distintos.

A aprovação de projeto refere-se à avaliação da legalidade e viabilidade do projeto antes da construção, enquanto a legalização verifica a regularidade de um imóvel já construído, porém sem ter seguido o trâmite regular de aprovação de projeto e licença de construção. Portanto, a edificação precisa ser analisada de acordo com os parâmetros estabelecidos pelas normas já mencionadas.

Define-se a aprovação de projeto/licença de construção como o processo administrativo previsto na Seção II do Código de Obras (CO, 2015) do município de Nova Iguaçu, em conjunto com o Plano Diretor e outras legislações que regulamentam a construção de projetos. Esse procedimento deve ser realizado antes da execução da obra.

Descreve-se a legalização de imóvel como o processo administrativo que tem como objetivo regularizar a situação de uma edificação que foi construída sem seguir o trâmite padrão de aprovação de projeto e licença de construção.

No caso da legalização de imóveis em Nova Iguaçu, esse processo deve ser realizado de acordo com as disposições presentes no Código de Obras do município, no Plano Diretor e nas demais legislações aplicáveis. Essas normas estabelecem os critérios e requisitos necessários para que um imóvel possa ser regularizado, considerando aspectos como segurança, habitabilidade e conformidade com as diretrizes urbanísticas estabelecidas.

A legalização de um imóvel requer a análise técnica da edificação existente, verificando se ela atende aos parâmetros estabelecidos pelas normas urbanísticas e de construção. Além disso, podem ser exigidos documentos complementares, como a apresentação de plantas, memorial descritivo, comprovação de regularidade fiscal e outras informações necessárias para a correta análise e registro do imóvel.

Ao realizar o processo de legalização, busca-se conferir ao imóvel a devida regularidade perante as autoridades competentes, possibilitando a obtenção de licenças e a participação em

transações imobiliárias de forma segura. A legalização também contribui para a organização urbana, o ordenamento territorial e a garantia de direitos aos proprietários e ocupantes dos imóveis.

No presente artigo, será descrito o processo de confecção das plantas do imóvel em questão, como parte do processo de legalização. A obtenção de plantas precisas e atualizadas é fundamental para apresentar as características físicas e dimensionais da edificação, conforme exigido pelas normas e regulamentações.

No próximo item da metodologia, será abordada as etapas para a confecção do projeto arquitetônico.

b. Etapas de um projeto de arquitetura

Um projeto de arquitetura é um conjunto de desenhos técnicos, representações gráficas e documentos elaborados com o objetivo de construir ou reformar uma obra. Ele é essencial para guiar todas as etapas da construção, desde o planejamento até a execução final (CRUZ, 2021).

A primeira etapa do projeto de arquitetura é o levantamento do programa de necessidades. Nessa fase, o engenheiro civil busca compreender as necessidades e expectativas do cliente, identificando os espaços e funcionalidades requeridos para a obra. Isso envolve analisar o uso pretendido, as dimensões, a distribuição interna dos ambientes, as características específicas e quaisquer outras informações relevantes.

Após a definição do programa de necessidades, segue-se a visita ao local da obra para coletar os dados necessários. Essa visita permite ao profissional encarregado, entender o contexto do terreno, suas características físicas, limitações e potenciais, além de analisar aspectos como a topografia, insolação, ventilação e vizinhança. Essas informações são fundamentais para orientar as decisões de projeto e garantir uma integração harmoniosa com o entorno.

Em seguida, é elaborado o projeto legal ou projeto de aprovação, que consiste na documentação enviada à Prefeitura do município para obter a autorização para a construção. Cada cidade possui suas exigências e normas específicas, mas, de forma geral, o engenheiro civil deve fornecer todos os documentos que explicam o projeto. Isso inclui o programa de necessidades detalhado, os levantamentos realizados no local da obra, o estudo preliminar (que apresenta as primeiras ideias e conceitos do projeto) e o anteprojeto (que desenvolve essas ideias de forma mais aprofundada, incluindo plantas, cortes, fachadas e perspectivas).

O projeto de arquitetura, além de atender às demandas do cliente, deve também seguir as regulamentações e normas vigentes, tanto do ponto de vista técnico quanto legal. Por isso, é essencial que o engenheiro civil esteja familiarizado com os códigos de edificações, as leis de zoneamento, as restrições ambientais e qualquer outra legislação pertinente ao local da obra.

Em resumo, o projeto de arquitetura é uma etapa fundamental para o desenvolvimento de uma obra, pois estabelece as diretrizes e soluções técnicas para a construção ou reforma. Além disso, garante a adequação aos requisitos legais e normativos, assegurando a qualidade, funcionalidade e segurança do projeto.

No próximo item da metodologia, será abordada a coleta de dados utilizando equipamentos de medição para a confecção das plantas necessárias no processo de legalização do imóvel.

c. Coleta de dados

A etapa de coleta de dados para a realização das plantas de regularização do imóvel envolveu o uso de diversos equipamentos e a participação de uma equipe composta pelo autor, um assistente e

um auxiliar.

Para a medição das distâncias, foram utilizadas tanto uma trena a laser quanto uma trena comum. A trena a laser proporcionou maior precisão nas medidas, especialmente em áreas mais extensas.

Além disso, para obter as coordenadas geográficas do terreno e determinar os níveis, foi utilizado um dispositivo GPS, permitindo uma localização exata e uma referência altimétrica confiável.

A máquina fotográfica desempenhou um papel auxiliar fundamental no processo de confecção das plantas. As fotografias capturadas serviram como referência visual para a elaboração da planta baixa e também para a representação dos telhados, auxiliando na obtenção de detalhes e proporções precisas.

O imóvel em questão, que era uma escola, possuía uma variedade de cômodos, incluindo salas de aula, secretaria, depósitos, banheiros, cozinha, copas, sala dos professores, entre outros ambientes. Cada um desses espaços foi minuciosamente medido e registrado durante a coleta de dados, visando à criação de plantas completas e detalhadas.

O terreno em que o imóvel se situa possuía uma área considerável, com dimensões de 47,57 metros de comprimento por 15,22 metros de largura. Essas informações foram devidamente registradas durante o processo de coleta de dados, contribuindo para uma representação precisa do terreno na planta.

A coleta de dados foi realizada com rigor e precisão, garantindo que todas as informações necessárias para a elaboração das plantas de regularização do imóvel fossem registradas de forma completa e acurada. Essa etapa foi fundamental para assegurar a fidelidade e a conformidade das plantas com a realidade física do imóvel em questão.



Figura 1 – Vista do pátio da frente do imóvel Fonte: Autor, 2022.



Figura 2 – Salas de aula Fonte: Autor, 2022.

Na Figura 1, é possível observar o pátio da frente do imóvel, que proporciona uma área de convivência aberta e espaçosa. Pode-se ver a fachada do imóvel e os bancos do pátio. A Figura 2 apresenta as salas de aula presentes no imóvel. Cada sala possui uma janela para a entrada de luz natural, carteiras para 20 alunos e a mesa do professor, além do quadro-branco.

d. Confecção das plantas

Após a etapa de coleta de dados, os registros obtidos foram organizados e utilizados como base para a confecção das plantas no software AutoCAD. Essa etapa envolveu a criação das plantas baixa, de telhado, de situação, das fachadas, dos cortes e demais representações necessárias para a regularização do imóvel.

No AutoCAD, foram criados os desenhos técnicos em escala, levando em consideração as medidas precisas obtidas durante a coleta de dados. A planta baixa foi elaborada, representando todos os cômodos do imóvel, incluindo salas de aula, secretaria, depósitos, banheiros, cozinha, copas, sala dos professores, entre outros espaços. Cada ambiente foi dimensionado corretamente e posicionado em relação aos demais, respeitando a disposição espacial real do imóvel.

A planta de telhado foi desenhada, levando em conta as informações coletadas, como a inclinação do telhado, sua estrutura e detalhes construtivos. Foram considerados os elementos presentes no telhado, como caimentos, beirais, calhas, entre outros, para criar uma representação precisa do sistema de cobertura.

As plantas de situação e de localização foram confeccionadas para indicar a localização exata do imóvel em relação ao entorno. Utilizando as coordenadas obtidas durante a coleta de dados e referências geográficas, como ruas, lotes vizinhos e pontos de referência próximos, foi possível posicionar o imóvel de forma precisa no desenho, fornecendo uma visão geral de sua localização no contexto urbano.

As fachadas foram desenhadas com base nas fotografias capturadas durante a coleta de dados, utilizando-as como referência para representar os detalhes arquitetônicos, como portas,

janelas, ornamentos e revestimentos das fachadas externas do imóvel. Esse desenho permitiu visualizar a aparência do imóvel a partir de diferentes ângulos e destacar suas características estéticas.

Os cortes foram criados para apresentar seções verticais do imóvel, revelando detalhes internos da construção. Com base nas medidas coletadas e nas informações sobre a estrutura e os pavimentos, foram desenhados os cortes para mostrar a disposição dos espaços, a altura dos ambientes, as relações entre os níveis e os elementos estruturais presentes.

Todas as plantas foram elaboradas com precisão e de acordo com as normas técnicas vigentes, garantindo a fidelidade às características reais do imóvel. O software AutoCAD proporcionou agilidade na criação dos desenhos, permitindo ajustes e modificações quando necessário. Dessa forma, as plantas confeccionadas no AutoCAD contribuíram para a representação gráfica precisa do imóvel, auxiliando no processo de regularização perante os órgãos responsáveis.

RESULTADOS

No presente estudo, foram realizadas as seguintes etapas de produção das plantas do imóvel em questão: plantas baixas com as especificações de cada ambiente, plantas de cobertura, plantas de cortes, plantas de fachadas, planta de localização do terreno e planta de situação.

A planta baixa foi elaborada com base nos dados coletados durante a etapa de coleta de dados, utilizando equipamentos de medição, como trena a laser, trena comum e GPS. Cada ambiente foi representado com suas devidas dimensões, incluindo salas de aula, secretaria, depósitos, banheiros, cozinha, copas, sala dos professores, entre outros espaços presentes na escola.

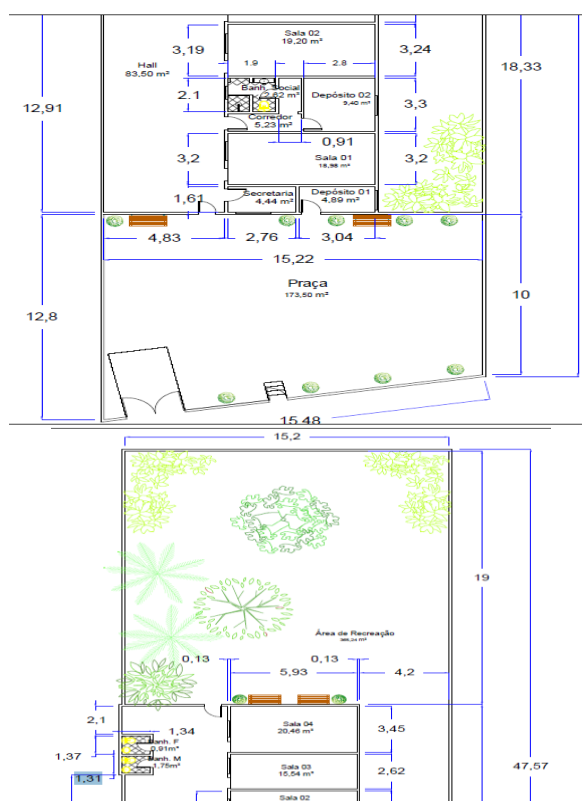


Figura 3 – Planta baixa Fonte: Autor, 2023

As plantas de cobertura foram confeccionadas com auxílio de fotografias e medições precisas,

visando apresentar a disposição dos telhados, inclinados ou planos, e seus respectivos detalhes construtivos. Essas plantas foram essenciais para compreender a configuração do telhado e contribuíram para a análise estrutural posterior.

As plantas de cortes foram desenvolvidas a partir de cortes transversais e longitudinais do imóvel, permitindo visualizar as diferentes alturas e níveis presentes na construção. Essas plantas foram fundamentais para compreender a distribuição vertical dos ambientes e identificar eventuais interferências estruturais ou de instalações.

As plantas de fachadas foram elaboradas com base em fotografias e medições precisas da fachada frontal e das laterais do imóvel. Essas plantas permitiram representar a aparência externa da escola, incluindo elementos arquitetônicos, como portas, janelas, revestimentos e demais detalhes.

A planta de localização do terreno foi criada para mostrar a posição exata do imóvel em relação ao seu entorno, indicando ruas, lotes vizinhos, áreas verdes ou quaisquer outros elementos relevantes da área circundante. Essa planta é importante para entender a localização geográfica do imóvel em relação ao contexto urbano.

Por fim, a planta de situação (Figura 4) apresentou a disposição do imóvel no terreno, indicando suas dimensões e limites. Essa planta permitiu visualizar a distribuição dos espaços construídos em relação às áreas livres do terreno, fornecendo uma visão geral da ocupação do espaço.

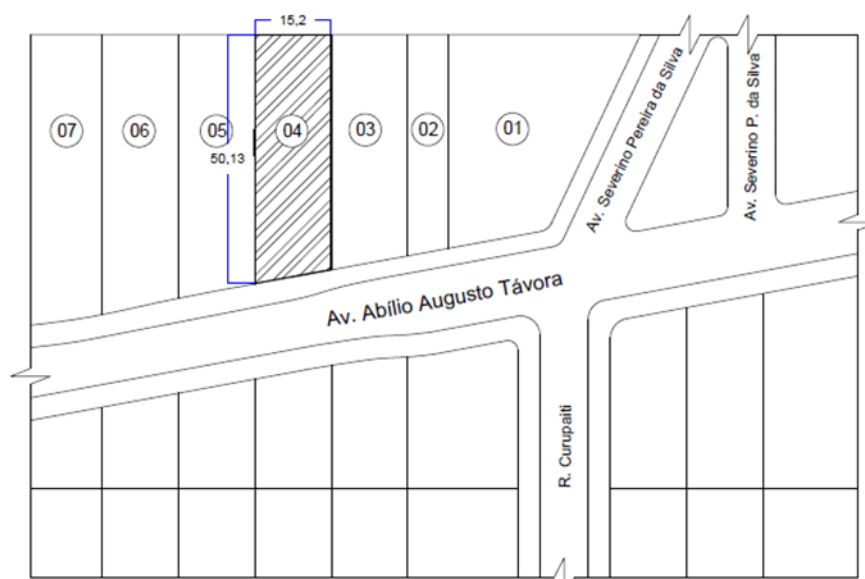


FIGURA 4 – Planta de situação Fonte: autor, 2023

Todos esses resultados representam um conjunto completo de plantas e documentos técnicos necessários para a regularização e compreensão detalhada do imóvel em estudo. Essas representações gráficas são essenciais para orientar as etapas futuras do projeto, como análises estruturais, planejamento de instalações e demais intervenções necessárias para a construção ou reforma do imóvel.

CONCLUSÃO

Após a realização dos estudos neste capítulo, pode-se observar a relevância do processo de legalização de imóveis, especialmente no município de Nova Iguaçu, no estado do Rio de Janeiro. A

ocupação desordenada ao longo dos anos gerou a necessidade de regularizar inúmeras construções, tornando esse processo uma questão latente na região.

A compreensão da legislação não é apenas uma competência necessária para aqueles que analisam o processo de legalização, mas também para aqueles que o desenvolvem. É essencial que todos os envolvidos tenham conhecimento das informações que devem ser controladas e supervisionadas ao longo de todo o procedimento.

Averiguar as normas municipais, como o Código de Obras, o Plano Diretor e a Lei de Uso e Ocupação do solo, assim como as normas regulamentadoras pertinentes, é de suma importância. É fundamental seguir o procedimento correto para a construção de uma edificação, que inclui a aprovação de projeto, a obtenção de licença de obras e a finalização com a obtenção do Habite-se e Registro Geral de Imóveis (RGI).

No estudo realizado, constatou-se que se tratava de um processo de legalização de um imóvel, e foram envidados esforços para atender às demandas documentais exigidas pela prefeitura, que incluíam o projeto arquitetônico. A confecção de um projeto arquitetônico do tipo "As Built", conforme realizado no estudo de caso, requer um profissional habilitado para realizar um levantamento preciso de dados e uma consolidação cuidadosa dos documentos exigidos pela prefeitura, em conformidade com as normas e leis vigentes.

Portanto, pode concluir que a legalização de imóveis é um processo complexo, porém necessário para garantir a regularidade e segurança das construções. A correta execução de um projeto arquitetônico, aliada ao cumprimento das normas e regulamentos, desempenha um papel fundamental na busca pela regularização dos imóveis, contribuindo para um desenvolvimento urbano mais ordenado e adequado às exigências legais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 6.766**, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm. Acesso em: 20 de abril de 2023.

BRASIL. **Lei Federal nº 10.257**, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 20 de abril de 2023.

CRUZ, Talita. **As 7 Etapas de um Projeto de Arquitetura: da primeira reunião até o final da obra**. Publicado em 26 de março de 2021. Disponível em < <https://www.vivadecora.com.br/pro/etapas-de-um-projeto-de-arquitetura/>>. Acesso em 02 de abril de 2023.

NASCIMENTO, Júlio César Dias do. **"Nova Iguaçu: de freguesia à cidade dormitório"**. Publicado em 18 de julho de 2011. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/nova-iguacu-de-freguesia-a-cidade-dormitorio/71672/>. Acesso em: 20 de abril de 2023.

SOARES, Maria Therezinha de Segatas. **Nova Iguaçu: absorção de uma célula urbana pelo grande Rio de Janeiro**. In: Revista brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, Ano 24, Nº 2, pp.157-241, abr.-jun. 1962.

SIMÕES, Manuel Ricardo. **A cidade estilhaçada: Reestruturação econômica e emancipações municipais na baixada fluminense**. Mesquita: Entorno, 2007.

JARLIANE, Maria de Sousa Oliveira, Livro **"AS BUILT - Como construído na Engenharia Civil"**. 2020.

OZÓRIO, Elaine Cristine. **O processo de (re) produção do espaço urbano na cidade de Nova Iguaçu (1990-2007).** Dissertação de mestrado. UFRJ:IPPUR. Rio de Janeiro. 2007.

PAIXÃO, Luciana. **O pequeno grande guia de aprovação de projetos de prefeitura.** São Paulo: ProBooks. v.1, p.15-35, 2016.

RANIEL, João Pedro Ramualdo e Marçal, Rafael –Tcc - **De Aprovação E Regularização De Edificações Junto A Prefeitura Municipal De Araçatuba/SpdusCon,** 2009.

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DIVERSOS TIPOS DE MADEIRA, REALIZANDO ENSAIOS DE RESISTÊNCIA E DE UMIDADE

Assunção I.M. C.¹ Mello M. A. G.²

¹ Aluno Engenharia Civil da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Luz, 26260-045, Nova Iguaçu – RJ.

² Docente da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Luz, 26260-045, Nova Iguaçu – RJ.

¹marco.gomesdemello@eb.mil.br²

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de um estudo comparativo entre seis diferentes tipos de madeira: maçaranduba, jequitibá carvão, cambará, eucalipto, faveiro e pinus, com base em ensaios de resistência à compressão. O estudo incluiu a análise das propriedades de resistência dessas madeiras em três condições distintas: corpos de prova (CP) secos, CP submersos na água e CP enterrados no solo. Os resultados destacam a maçaranduba como a madeira mais resistente, mantendo uma alta resistência à compressão mesmo após exposição à umidade e ao solo. O jequitibá carvão também demonstrou boa resistência. O cambará mostrou-se consistente em todas as condições, tornando-o versátil em diversas aplicações. Por outro lado, o eucalipto e o faveiro exibiram sensibilidade à umidade, com uma queda significativa na resistência após exposição. O pinus registrou a menor resistência em todos os testes, mostrando-se altamente sensível às condições adversas. Esses resultados fornecem informações valiosas para a seleção adequada de madeira em projetos específicos, considerando as condições ambientais em que será utilizada. Além disso, destacam a importância de tratamentos de preservação para prolongar a vida útil da madeira em ambientes desafiadores. Este estudo contribui para o entendimento das propriedades das madeiras e sua aplicação prática em diversas áreas, como construção civil, arquitetura e meio ambiente.

Palavras Chaves: madeira, propriedades, ensaios à compressão.

ABSTRACT

This article presents the results of a comparative study among six diverse types of wood: maçaranduba, jequitibá carvão, cambará, eucalyptus, faveiro, and pine, based on compression strength tests. The study included an analysis of the strength properties of these woods under three distinct conditions: dry specimens, specimens submerged in water, and specimens buried in soil. The results highlight maçaranduba as the strongest wood, maintaining high compression strength even after exposure to moisture and soil. Jequitibá carvão also demonstrated good resistance. Cambará proved to be consistent under all conditions, making it versatile for various applications. Conversely, eucalyptus and faveiro exhibited sensitivity to moisture, with a significant drop in strength after exposure. Pine recorded the lowest strength in all tests, showing a high sensitivity to adverse conditions. These findings provide valuable information for the appropriate selection of wood in specific projects, considering the environmental conditions in which it will be used. Furthermore, they emphasize the importance of preservation treatments to extend the wood's lifespan in challenging environments. This study contributes to the understanding of wood properties and their practical application in various fields, such as construction, architecture, and the environment.

Keywords: wood, properties, compression tests.

INTRODUÇÃO

A madeira, por ser um dos primeiros materiais utilizados pela humanidade, desempenha um papel fundamental na história da construção civil (JUNIOR ET AL., 2019). A sua disponibilidade e fácil acesso permitiram que o ser humano dominasse as técnicas de trabalho com a madeira, evoluindo-as ao longo do tempo até atingir o nível tecnológico atual.

A utilização da madeira na construção civil remonta a milhares de anos, sendo um dos materiais mais antigos e amplamente empregados na história. Desde os primórdios dos assentamentos humanos, as árvores têm fornecido recursos essenciais para a construção de abrigos e estruturas (CEOTTO, 2008).

Na pré-história, os seres humanos começaram a utilizar troncos e galhos para criar estruturas rudimentares, como cabanas e abrigos temporários. Com o aprimoramento das habilidades em trabalhar a madeira, as técnicas de construção evoluíram, permitindo que a madeira fosse empregada na construção de estruturas mais complexas, como casas, templos e palácios.

Ao longo da Antiguidade, civilizações como os egípcios, gregos e romanos exploraram o potencial da madeira na construção. Os egípcios utilizavam a madeira de cedro do Líbano para a construção de barcos e na fabricação de móveis. Os gregos ergueram templos e teatros de madeira, enquanto os romanos aprimoraram as técnicas de construção de estruturas em madeira, aplicando-a em pontes, aquedutos e edifícios públicos.

Durante a Idade Média, a madeira continuou a ser amplamente empregada na construção de castelos, igrejas e habitações. Nesse período, o desenvolvimento de técnicas avançadas de carpintaria possibilitou a criação de estruturas cada vez mais elaboradas, incluindo tetos de madeira ornamentados.

Com a Revolução Industrial, novos materiais de construção, como o aço e o concreto, ganharam maior destaque, reduzindo a dependência da madeira na construção civil. No entanto, a madeira manteve sua importância em muitas regiões e continuou a ser empregada em residências, pontes, estruturas rurais e mobiliário.

Atualmente, a madeira desempenha um papel significativo na construção civil, sendo utilizada tanto em estruturas de madeira maciça quanto em sistemas de construção de madeira laminada colada (conhecidos como CLT) e madeira compensada. A madeira é valorizada por sua beleza, durabilidade, sustentabilidade e capacidade de proporcionar conforto térmico e acústico.

Além disso, o crescente interesse na construção sustentável e no uso de materiais renováveis tem impulsionado a utilização da madeira como uma alternativa de baixo impacto ambiental em comparação com materiais mais tradicionais. A madeira também se destaca por sua eficiência no sequestro de carbono, contribuindo para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa.

Em resumo, a história da utilização da madeira na construção civil é extensa e abrangente, tendo desempenhado um papel vital ao longo dos séculos. A madeira continua a ser um material valioso e versátil, empregado em uma ampla variedade de aplicações, com potencial para desempenhar um papel importante no futuro da construção sustentável.

Apesar da evolução das técnicas de construção civil ao longo do tempo, é importante destacar que algumas empresas direcionaram consideráveis investimentos em pesquisa relacionada às estruturas de concreto armado e aço, o que levou à predominância desses materiais na maioria dos

projetos, relegando a madeira a um segundo plano. Associado a essa escassez de investimento, persiste um preconceito significativo em relação à madeira devido a algumas de suas características físicas e fisiológicas, como a inflamabilidade, a capacidade de apodrecimento e a suscetibilidade a ataques de organismos xilófagos, como os cupins, além dos impactos ambientais associados.

No entanto, é importante ressaltar que existem tratamentos eficazes para combater essas anomalias, como o tratamento químico por imersão ou autoclave, e já existem plantações de árvores para corte que são conduzidas de forma ambientalmente responsável (JUNIOR ET AL., 2019).

A utilização da madeira varia em cada região, dependendo dos tipos de árvores disponíveis e das necessidades locais. O clima desempenha um papel fundamental na determinação das técnicas de construção e das formas de utilização da madeira, principalmente em regiões de clima frio, onde a madeira é usada para isolamento térmico em residências. Em locais como a região sul do Brasil e em regiões de clima muito frio ao redor do mundo, como os Estados Unidos, Canadá, Europa e Ásia, a madeira continua sendo amplamente utilizada, com inúmeras residências construídas em madeira (BELTRAME, 2015).

A indústria da construção civil é uma das mais abrangentes, atendendo a uma das necessidades humanas básicas, a moradia, e demandando materiais específicos para atender às exigências de cada projeto. Segundo Hansen (2008), a construção civil possui aproximadamente 40% de participação em toda a economia global, o que torna pequenas mudanças capazes de causar impactos significativos nas avaliações financeiras e ambientais.

A madeira desempenha diferentes funções na construção civil, podendo ser utilizada de forma secundária em escoramentos, formas, esquadrias, andaimes e até mesmo em instalações temporárias de canteiros de obras. Além disso, a madeira é empregada permanentemente em revestimentos, coberturas, mobiliário e até mesmo em fundações, oferecendo a possibilidade de construir toda a edificação em madeira.

Apesar de não ser frequentemente utilizada como parte estrutural ou de vedação definitiva nas construções, a madeira é um dos materiais mais consumidos na construção civil, ficando atrás apenas do aço e do cimento (MASCARENHAS, 2008).

O presente projeto tem como objetivo demonstrar que a madeira, que atualmente é utilizada principalmente de forma indireta, pode ser empregada diretamente na construção de residências de tamanho, qualidade e conforto equivalentes, uma vez que existem tipos de madeira altamente resistentes e duráveis. O projeto envolve a reafirmação da importância da madeira na construção civil, por meio da realização de ensaios em corpos de prova feitos com diversos tipos de madeira, com o propósito de identificar qual madeira é a mais resistente e durável.

Os ensaios mecânicos de resistência serão conduzidos para avaliar a capacidade das diferentes madeiras de suportar cargas, resistir à deformação e à quebra. Esses ensaios serão realizados em laboratórios especializados, seguindo normas técnicas específicas, garantindo resultados confiáveis e comparáveis entre as diversas madeiras testadas.

Os corpos de prova submetidos à imersão em água têm como objetivo avaliar a absorção e a liberação de água pela madeira, bem como os impactos dessas ações nas propriedades físicas e mecânicas do material. A umidade pode afetar a estabilidade dimensional da madeira, bem como sua resistência e durabilidade.

Além dos ensaios de resistência e umidade, os corpos de prova também serão expostos às condições ambientais ao longo do tempo, com o propósito de avaliar a resistência das madeiras ao ataque de insetos, fungos e ao apodrecimento, além de verificar a estabilidade dimensional, entre outros parâmetros.

Esses estudos são fundamentais para orientar a seleção adequada de madeira em projetos de construção, mobiliário, estruturas externas e diversas outras aplicações na construção civil. Adicionalmente, este projeto servirá como uma valiosa fonte de consulta para futuros estudantes de engenharia civil e, possivelmente, para engenheiros civis da Baixada Fluminense, contribuindo ainda para o aprimoramento do ensino de engenharia civil no que diz respeito à utilização da madeira, identificando quais tipos de madeira são os mais resistentes e duráveis.

METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo abrangeu uma série de etapas bem definidas, que incluíram a seleção das amostras de madeira, a preparação dos corpos de prova (CP), a realização dos ensaios de resistência à compressão, a avaliação da absorção de água e a exposição dos CP ao ambiente natural. Essa abordagem sistemática permitiu uma análise abrangente das propriedades das diferentes madeiras em estudo.

a. Seleção das Amostras de Madeira

Foram cuidadosamente selecionadas amostras representativas de seis tipos de madeira amplamente utilizados na construção civil: maçaranduba, jequitibá carvão, cambará, eucalipto, faveiro e pinus. Cada tipo de madeira foi escolhido com base em sua relevância e disponibilidade no mercado.

b. Preparação dos Corpos de Prova (CP)

Para garantir a comparabilidade dos resultados, foram preparados CP de dimensões padronizadas a partir das amostras de madeira selecionadas. Cada amostra foi cortada e usinada de acordo com as normas técnicas estabelecidas para ensaios de resistência à compressão.

c. Ensaios de Resistência à Compressão (CP Secos)

Os ensaios mecânicos de resistência à compressão foram conduzidos em laboratório especializado. Para cada tipo de madeira, três CP secos foram submetidos a ensaios de compressão, e a média dos resultados foi calculada. Esses ensaios proporcionaram uma medida da resistência inicial de cada madeira à compressão.

d. Ensaios de Absorção de Água (CP na Água)

Outro conjunto de CP foi submetido a ensaios de absorção de água. Os CP foram colocados em um tanque de água por um período determinado. Esse ensaio teve como objetivo avaliar a capacidade de absorção e a liberação de água pela madeira, bem como seus efeitos nas propriedades físicas e mecânicas do material. Após a exposição à água, os CP foram retirados e secos antes dos ensaios de compressão subsequentes.

e. Ensaios Após Exposição ao Ambiente Natural (CP no Ambiente Natural)

Outro conjunto de CP foi exposto ao ambiente natural, sujeito a condições climáticas e à ação de insetos, fungos e outros fatores ambientais. Esses ensaios tinham como objetivo testar a resistência da madeira à degradação e ao apodrecimento, bem como avaliar sua estabilidade

dimensional. Após um período definido de exposição, os CP foram recuperados para ensaios posteriores.

f. Análise e Comparação dos Resultados

Os resultados obtidos nos ensaios foram cuidadosamente registrados e analisados. Foram comparadas as resistências à compressão iniciais, após exposição à água e após exposição ao ambiente natural para cada tipo de madeira. Essa análise permitiu identificar quais madeiras mantiveram sua resistência em diferentes condições e quais foram mais sensíveis às variações ambientais.

g. Interpretação e Discussão dos Resultados

Os resultados foram interpretados à luz das características intrínsecas de cada tipo de madeira, como densidade, porosidade e composição química. Isso possibilitou uma discussão detalhada sobre os motivos pelos quais algumas madeiras se destacaram em termos de resistência sob condições adversas, enquanto outras apresentaram maior sensibilidade.

h. Considerações Finais e Implicações Práticas

Com base nos resultados, foram tiradas conclusões sobre a adequação de cada tipo de madeira para diferentes aplicações na construção civil. Além disso, foram discutidas as implicações práticas desses resultados, destacando a importância dos tratamentos de preservação e da escolha responsável de materiais.

Esta metodologia permitiu uma análise completa das propriedades das madeiras em estudo, considerando sua resistência, durabilidade e reação a diferentes condições ambientais. Os resultados obtidos são de grande relevância para orientar a seleção apropriada de madeira em projetos de construção e em outras aplicações, contribuindo para o uso sustentável deste valioso recurso natural.

3 RESULTADOS

a. Trabalhos Realizados

No decorrer deste projeto de iniciação científica, foram realizadas várias etapas fundamentais para avaliar o desempenho de diferentes tipos de madeira em condições específicas. Os seguintes trabalhos foram conduzidos:

- 1) seleção das amostras de madeira - Foram obtidos seis tipos de madeira diferentes: pinus, eucalipto, faveiro, cambará, jequitibá carvão e maçaranduba.
- 2) preparação dos corpos de Prova (CP) - Cinco corpos de prova de cada tipo de madeira foram confeccionados na carpintaria do aluno.
- 3) exposição dos corpos de Prova - Um CP de cada tipo foi enterrado no solo e outro foi submerso na água, enquanto os três restantes foram mantidos em locais secos e prateleiras.
- 4) ensaios de compressão - Após 4 meses de exposição, os corpos de prova foram retirados e submetidos a ensaios de resistência à compressão no laboratório da empresa Pavibloco.
- 5) registro e organização dos resultados - Os resultados obtidos nos ensaios foram registrados e organizados em uma planilha para análise.
- 6) análise dos resultados - Os resultados foram analisados para avaliar como cada tipo de madeira se comportou sob diferentes condições ambientais.

7) ensaios realizados - Os ensaios de resistência à compressão foram conduzidos em todos os cinco corpos de prova de cada tipo de madeira, nas seguintes condições:

a) CP secos - Os três CP secos foram ensaiados no mês de julho, quando estavam armazenados em prateleiras do laboratório, refletindo a resistência inicial da madeira antes de qualquer exposição a condições adversas.

b) CP enterrados na terra - Os ensaios dos CP enterrados no solo foram realizados no mês de agosto, após quatro meses de exposição ao solo, revelando como a madeira reagiu às condições do solo.

c) CP submersos na água - Da mesma forma, os ensaios dos CP submersos na água foram conduzidos após quatro meses de exposição, evidenciando como a madeira reagiu à umidade prolongada.

b. Planilha de Resultados

Os resultados dos ensaios de resistência à compressão estão expressos em kN (quiloNewton), uma unidade que avalia a resistência dos materiais à força compressiva. A planilha de resultados, apresentada abaixo, reflete as características de resistência à compressão dos diferentes tipos de madeira em cada uma das condições ambientais.

Tipos de madeira	CP seco (média)	CP água	CP terra	Perda na água	Perda na terra
Pinus	79,5	23,9	5,7	70	93
Eucalipto	120,5	67,7	62,5	44	48
Cambará	125,1	121,3	124,5	3	1
Faveiro	140,4	65,9	39,0	53	72
Jequitibá carvão	147,3	92,0	85,1	38	42
Maçaranduba	220,1	188,0	182,6	15	17

Gráfico 1 - Resultados Fonte: autor, 2023

Vale destacar que os resultados referentes aos corpos de prova (CP) secos foram obtidos a partir da média de três ensaios, garantindo uma avaliação mais precisa e confiável de sua resistência à compressão.

É relevante observar que os ensaios dos três CP secos foram conduzidos no mês de julho de 2023, quando esses corpos de prova estavam em condições secas e armazenados nas prateleiras do laboratório. Esses resultados iniciais refletem a resistência intrínseca da madeira antes de qualquer exposição a condições ambientais adversas.

Já os ensaios dos CP que foram enterrados no solo e submersos na água foram realizados no mês de agosto de 2023, após um período de quatro meses de exposição a essas condições desafiadoras. Essa etapa dos ensaios proporcionou informações cruciais sobre como essas madeiras reagiram e se adaptaram às condições de umidade prolongada, bem como à interação com o solo.

Figura 1 – CP seco



Figura 2 – CP na terra



Fonte: autor, 2023

Enquanto a Figura 1 mostra um CP seco e sem nenhuma alteração, a Figura 2 ilustra claramente o CP que foi enterrado no solo, exibindo um considerável nível de desgaste, inchaço evidente e sinais visíveis de degradação da madeira.

A realização dos ensaios em momentos diferentes, com as condições ambientais sendo controladas e monitoradas cuidadosamente, permitiu uma análise completa e comparativa da resistência das madeiras em diferentes cenários. Isso é fundamental para a seleção adequada de materiais em projetos futuros, levando em consideração não apenas a resistência inicial, mas também como essas madeiras se comportam sob condições específicas ao longo do tempo.

Esses resultados representam um passo importante na busca por materiais adequados e duráveis em várias aplicações, como construção civil, fabricação de móveis e outros campos onde a madeira desempenha um papel crucial.

É fundamental também mencionar as perdas de resistência registradas nos CP após o enterramento no solo e a submersão na água. Essas perdas foram calculadas como a diferença entre os resultados dos ensaios com os CP secos e os ensaios subsequentes com os CP na terra e na água.

Essas perdas de resistência são indicativas das mudanças que ocorreram nas propriedades da madeira devido à exposição prolongada a essas condições ambientais adversas. Esses dados são essenciais para entender como a umidade e o contato com o solo afetam a integridade e a resistência da madeira ao longo do tempo, informando a seleção adequada de materiais em projetos futuros e a implementação de medidas de preservação quando necessário.

O gráfico tridimensional que se segue oferece uma representação visual das comparações entre os resultados dos ensaios realizados em três conjuntos distintos de corpos de prova (CP) de madeira: CP secos, CP na água e CP na terra. O eixo X representa os diferentes tipos de madeira testados, enquanto o eixo Y representa os valores de resistência à compressão em kN (quiloNewton).

Ao observar o gráfico, pode-se tirar várias considerações importantes. A primeira é que cada tipo de madeira apresenta resultados de resistência à compressão diferentes. Alguns tipos de madeira exibem uma resistência consideravelmente maior, enquanto outros são mais suscetíveis a forças de compressão.

A segunda consideração é que exposição à água e à terra teve um efeito notável nos resultados dos ensaios. Alguns tipos de madeira podem ter sua resistência reduzida quando submersos na água ou enterrados na terra, enquanto outros podem manter uma resistência mais consistente ou mostrar adaptabilidade a essas condições.

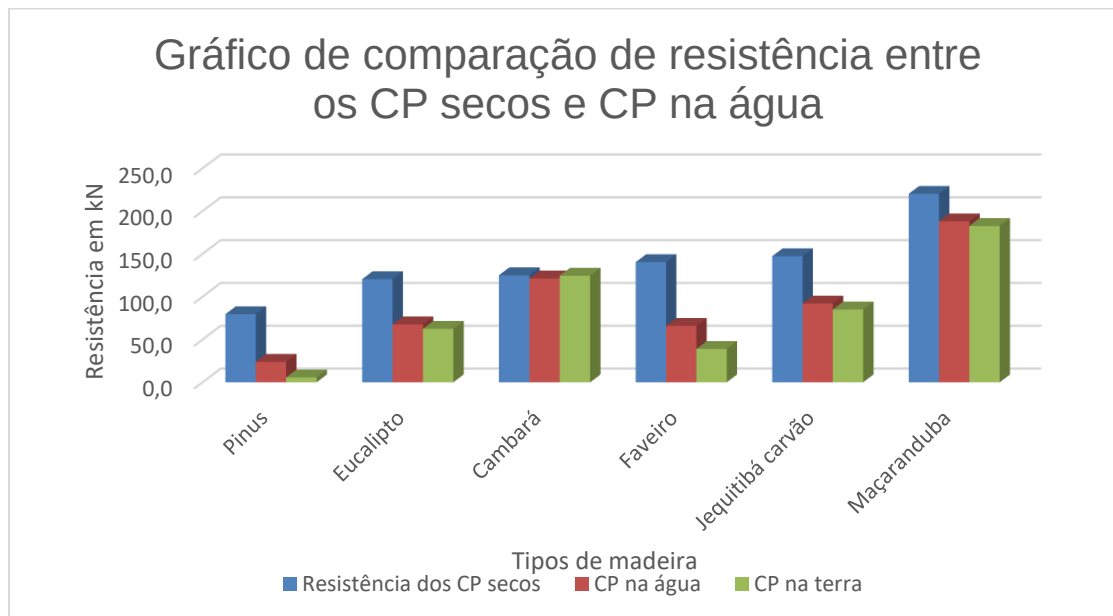


Gráfico 1 – Comparação dos resultados Fonte: autor, 2023

Com base nos resultados do gráfico, é crucial considerar as condições ambientais em que a madeira será usada ao escolher o tipo de madeira para projetos específicos. Isso pode ser particularmente relevante em setores como a construção civil, onde a durabilidade e a resistência da madeira desempenham um papel fundamental.

Por fim, os resultados também ressaltam a importância de medidas de preservação adequadas para prolongar a vida útil da madeira em ambientes desafiadores. Tratamentos como impermeabilização ou tratamento químico podem ser necessários, dependendo das condições previstas de uso.

c. Discussão

Os resultados deste estudo fornecem uma análise detalhada do desempenho de diferentes tipos de madeira em condições adversas. Aqui, destacamos algumas das principais conclusões derivadas dos resultados dos ensaios e da análise subsequente.

1) **Maçaranduba - A Madeira Mais Resistente** - A maçaranduba se destacou como a madeira mais resistente em todas as condições testadas. Mesmo após exposição à água e ao solo, ela manteve sua capacidade de suportar cargas significativas. Isso a torna uma excelente escolha para aplicações estruturais em ambientes desafiadores.

2) **Jequitibá Carvão - Boa Resistência Geral** - O jequitibá carvão também demonstrou boa resistência à compressão, mantendo valores consideráveis em todos os testes. É uma madeira confiável para aplicações que exigem resistência à compressão.

3) **Cambará – Versatilidade** - O cambará exibiu uma resistência notável e consistente em todas as condições ambientais testadas, mostrando-se uma opção versátil para diversos projetos.

4) Eucalipto, Faveiro e Pinus - **Sensibilidade à Umidade** - O eucalipto, o faveiro e o pinus mostraram ser mais sensíveis à umidade. Suas resistências diminuíram substancialmente após exposição à água e ao solo. Portanto, essas madeiras podem ser mais adequadas para ambientes secos ou requerem tratamentos de preservação quando usadas em locais úmidos.

Importância dos Tratamentos de Preservação: Os resultados enfatizam a importância dos tratamentos de preservação da madeira, como o tratamento químico por imersão ou autoclave, para prolongar sua vida útil em ambientes desafiadores.

Seleção de Madeira para Aplicações Específicas: A escolha do tipo de madeira deve levar em consideração não apenas a resistência inicial, mas também seu desempenho sob condições ambientais específicas. Isso é crucial para projetos que envolvem a construção civil, fabricação de móveis e outros campos onde a madeira desempenha um papel fundamental.

Contribuição para a Pesquisa em Madeira: Este projeto contribui para o entendimento das propriedades da madeira e sua aplicação prática em diversas áreas. Os dados obtidos podem orientar arquitetos, engenheiros e profissionais da construção na seleção informada de materiais para seus projetos.

Sustentabilidade: A pesquisa promove a utilização responsável da madeira como um recurso renovável e de baixo impacto ambiental, destacando seu valor contínuo na construção sustentável.

d. Considerações Finais

Este projeto de iniciação científica forneceu uma base sólida para a seleção informada de madeira em projetos específicos, considerando as condições ambientais em que serão utilizadas. Além disso, ressaltou a importância dos tratamentos de preservação da madeira e contribuiu para o entendimento das propriedades das madeiras em diferentes cenários.

Espera-se que os resultados deste estudo inspirem futuras pesquisas e promovam uma apreciação renovada pela versatilidade e utilidade da madeira como material de construção. Com os desafios ambientais atuais, a madeira permanece como uma alternativa valiosa e sustentável, desde que utilizada de forma responsável e informada.

4 CONCLUSÃO

Este estudo representa uma investigação abrangente sobre a resistência e a durabilidade de diferentes tipos de madeira em condições ambientais desafiadoras, especificamente em relação à exposição à água e ao solo. Os resultados obtidos proporcionam insights valiosos e têm implicações significativas para a seleção e o uso responsável de madeira na construção civil e em outras aplicações.

Ao longo deste projeto, foram realizados ensaios de resistência à compressão em seis tipos de madeira: pinus, eucalipto, faveiro, cambará, jequitibá carvão e maçaranduba. Além disso, os corpos de prova (CPs) de madeira foram submetidos a três condições distintas: CPs secos, CPs enterrados no solo e CPs submersos na água. Essa abordagem experimental permitiu uma análise abrangente das propriedades desses materiais em cenários variados.

Os resultados destacam algumas conclusões essenciais:

Variação na Resistência: Cada tipo de madeira exibe características distintas em termos de resistência à compressão. A maçaranduba e o jequitibá carvão emergem como as opções mais robustas, enquanto o pinus revelou a menor resistência.

Impacto da Umidade: A exposição à umidade, seja na água ou no solo, afeta significativamente a resistência da madeira. Alguns tipos, como o eucalipto e o faveiro, demonstraram uma queda acentuada na resistência após a exposição à água, enfatizando a necessidade de tratamentos de preservação em ambientes úmidos.

Adaptação da Madeira: O cambará mostrou-se notavelmente adaptável, mantendo sua resistência em todas as condições testadas. Essa capacidade de adaptação pode ser valiosa em ambientes sujeitos à umidade.

Importância da Seleção Informada: Os resultados destacam a importância de considerar as propriedades intrínsecas de cada tipo de madeira e as condições ambientais em que serão utilizados ao selecionar materiais para projetos específicos.

Tratamentos de Preservação: Os tratamentos de preservação, como o tratamento químico por imersão ou autoclave, podem ser essenciais para prolongar a vida útil da madeira em ambientes desafiadores.

Além disso, este estudo ressalta a importância contínua da pesquisa em madeira na construção civil e em outras áreas, promovendo a utilização responsável da madeira como um recurso renovável e de baixo impacto ambiental.

As informações obtidas neste estudo são de grande relevância para arquitetos, engenheiros e profissionais da construção, auxiliando na tomada de decisões informadas em seus projetos. Além disso, os resultados podem influenciar positivamente a indústria da construção civil, incentivando a utilização responsável da madeira como um material de construção sustentável.

Em suma, este projeto não apenas forneceu um conjunto sólido de resultados, mas também demonstrou a importância contínua da pesquisa em madeira na construção civil. Esperamos que esses achados inspirem futuras pesquisas e promovam uma apreciação renovada pela riqueza e utilidade desse material milenar. A madeira, quando usada de maneira informada e responsável, permanece como uma alternativa valiosa e versátil na construção, mesmo diante dos desafios ambientais e da busca por materiais mais sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA de NORMAS TÉCNICAS – NBR 9533 – Determinação da resistência à flexão estática. Rio de Janeiro-RJ, 1986

BELTRAME, E. de S. Meio Ambiente na Construção Civil. Disponível em: <<https://www.aea.com.br/blog/meio-ambiente-e-construcao-civil/>>. Acesso em 20 de ABRIL de 2023. Florianópolis-SC, 2015.

CEOTTO, Luiz Henrique. A Construção Civil e o Meio ambiente: Notícias da Construção, Ed. 51 a 53, São Paulo, SP, 2008.

GONZAGA, Armando Luiz. Madeira: uso e conservação. Caroline Soudante. Brasília-DF. 2006.

HANSEN, Sandro. Gestão Socioambiental: Meio Ambiente na Construção Civil. Florianópolis, SC. SENAI/SC, 2008.

JUNIOR, C. R. C.. SILVA, W. C. R., SOARES, P. T. M. L. Uso da madeira na Construção Civil. Disponível em <https://revistas.unisuam.edu.br/index.php/projectus/article/view/278/112>. Acesso em 08 de maio de 2023. Rio de Janeiro-RJ, 2019.

MASCARENHAS, P. S. Madeira como material de construção, 2008.

ZANI, Antonio Carlos. Arquitetura de madeira. Editora Edel. Londrina-PR, 2013.

HANSEN, Sandro. Gestão Socioambiental: Meio Ambiente na Construção Civil. Florianópolis, SC. SENAI/SC, 2008.

JUNIOR, C. R. C.. SILVA, W. C. R., SOARES, P. T. M. L. Uso da madeira na Construção Civil. Disponível em <https://revistas.unisuam.edu.br/index.php/projectus/article/view/278/112>. Acesso em 08 de maio de 2023. Rio de Janeiro-RJ, 2019.

MASCARENHAS, P. S. Madeira como material de construção, 2008.

ZANI, Antonio Carlos. Arquitetura de madeira. Editora Edel. Londrina-PR, 2013.

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A CONSTRUÇÃO DE PAREDES COM TAIPA DE PILÃO E ALVENARIA CONVENCIONAL

Costa B. L.C.² Mello M. A G.³

1 Aluno Engenharia Civil da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Luz, 26260-045, Nova Iguaçu – RJ.

*2 Doutor, Docente Engenharia Civil da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Luz, 26260-045, Nova Iguaçu – RJ.
joaojr.rdc@gmail.com¹ marco.gomesdemello@eb.mil.br*

Resumo Este artigo apresenta um estudo comparativo entre duas técnicas construtivas amplamente empregadas na construção de paredes: a taipa de pilão e a alvenaria convencional. O estudo abrangeu uma análise crítica de diversos aspectos, incluindo resistência estrutural, durabilidade, umidade, tempo de construção, isolamento térmico, isolamento acústico e custos. Os resultados demonstram que a taipa de pilão oferece vantagens notáveis em termos de custo, utilizando principalmente terra crua, um recurso local e de baixo custo, enquanto a alvenaria convencional pode ser mais dispendiosa em termos de materiais. No entanto, a alvenaria convencional apresenta uma execução mais rápida, principalmente quando há acesso a mão de obra especializada e técnicas modernas. Além disso, foi observado que a taipa de pilão demanda maior tempo de execução, devido ao processo manual envolvido na compactação da terra crua, e a manipulação do barro amarelo foi particularmente desafiadora. Quanto à resistência, os ensaios mostraram que a alvenaria convencional, quando bem executada, apresenta resistência superior. Em relação à durabilidade, ambos os métodos construtivos demonstraram bom desempenho, embora a taipa de pilão tenha apresentado vantagens em ambientes úmidos. No entanto, a dificuldade de manuseio dos barros, especialmente o amarelo, pode influenciar negativamente o resultado final. Este estudo é uma contribuição significativa para a literatura e a prática da construção civil, destacando a importância da escolha criteriosa das técnicas construtivas de acordo com as demandas específicas de cada projeto.

Palavras Chaves: parede, barro, resistência, taipa de pilão, alvenaria.

ABSTRACT

This article presents a comparative study between two widely used construction techniques for walls: rammed earth (taipa de pilão) and conventional masonry. The study encompassed a critical analysis of various aspects, including structural strength, durability, moisture resistance, construction time, thermal insulation, acoustic insulation, and costs. The results demonstrate that rammed earth offers remarkable cost advantages by primarily using raw earth, a local and cost-effective resource, whereas conventional masonry can be more costly in terms of materials. However, conventional masonry exhibits faster execution, especially when skilled labor and modern techniques are accessible. Furthermore, it was observed that rammed earth construction demands more time due to the manual process involved in compacting raw earth, and working with yellow clay was particularly challenging. Regarding strength, tests showed that well-executed conventional masonry exhibits superior strength. In terms of durability, both construction methods displayed satisfactory performance, although rammed earth showed advantages in humid environments. Nevertheless, the difficulty in handling

² Credenciais do autor

³ Credenciais do professor orientador

clays, especially yellow clay, can negatively impact the final outcome. This study provides a solid foundation to guide construction professionals, architects, and engineers in making informed decisions, considering not only technical aspects but also economic and time considerations. It is a significant contribution to the literature and practice of civil construction, emphasizing the importance of selecting construction techniques carefully according to the specific demands of each project.

Keywords: wall, earth, strength, rammed earth, masonry.

INTRODUÇÃO

A construção de estruturas arquitetônicas representa um dos pilares fundamentais do desenvolvimento da sociedade ao longo dos séculos. A evolução das técnicas construtivas reflete não apenas os avanços tecnológicos, mas também a busca por soluções que atendam a múltiplas necessidades, desde a habitabilidade até a sustentabilidade. No contexto dessa diversidade, a comparação entre diferentes métodos construtivos é uma prática valiosa que permite aos profissionais da construção, arquitetos e engenheiros tomarem decisões embasadas na escolha do método mais adequado para cada situação.

Este artigo apresenta os resultados de um estudo comparativo entre duas técnicas construtivas amplamente empregadas na construção de paredes: a taipa de pilão e a alvenaria convencional. Desenvolvida ao longo do ano de 2023, esta pesquisa buscou avaliar diversos aspectos dessas técnicas, incluindo resistência estrutural, isolamento térmico, isolamento acústico, durabilidade, custos e tempo de execução.

Conforme Maia (2022) destaca, a taipa de pilão, uma técnica tradicional que envolve a compactação de terra crua, oferece uma série de vantagens, como o baixo custo de materiais, a sustentabilidade ambiental e a resistência térmica. Por outro lado, como observado por França e Vieira (2018) a alvenaria convencional é mais comumente utilizada em construções modernas, proporcionando maior flexibilidade e variedade de materiais.

A técnica da taipa de pilão consiste em armar formas de madeira (denominadas taipais), do mesmo modo como se faz hoje com o concreto, mantendo-as em sua posição por meio de travessas e paus a prumo (VASCONCELLOS, 1979). A terra quando muito argilosa ou arenosa pode ser proporcionalmente misturada. Como é um material natural, nunca apresenta características fixas, recomendando-se, então, a realização de ensaios antes de sua utilização (ABIKO, 1980).

Neste contexto, os resultados desta pesquisa são fundamentais para orientar profissionais da construção, arquitetos e engenheiros na tomada de decisões informadas, considerando não apenas os aspectos técnicos, mas também os econômicos e temporais. A análise abrangente dos prós e contras de cada técnica construtiva ajudará a direcionar a escolha do método mais apropriado para atender às demandas específicas de cada projeto.

Este artigo está estruturado em várias seções, que abordam detalhadamente os resultados obtidos em relação à resistência estrutural, por meio do ensaio à compressão.

No decorrer deste artigo, serão destacadas as principais conclusões e recomendações com base nos resultados obtidos, fornecendo uma contribuição significativa para a literatura e a prática da

construção civil. É importante observar que este estudo é uma etapa inicial em um campo de pesquisa em constante evolução e que novas descobertas podem surgir com pesquisas adicionais.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo abrangeu uma série de etapas bem definidas, que incluíram as seguintes etapas.

a. Seleção dos Materiais

Para a realização deste estudo comparativo, foram selecionados materiais representativos de ambas as técnicas construtivas: taipa de pilão e alvenaria convencional. Para a taipa de pilão, foram utilizados dois tipos de barro, incluindo barro vermelho e barro amarelo, com variações na composição dos traços, considerando diferentes proporções de terra, cimento e brita.

No caso da alvenaria convencional, optou-se pelo uso de tijolos cerâmicos padronizados. Além disso, para ambas as técnicas, foram selecionados os principais materiais complementares, como cimento, brita e outros insumos necessários.

b. Preparação dos Corpos de Prova (CP)

Para avaliar a resistência mecânica, foram moldados CP de diferentes composições, representando as variações dos materiais utilizados em ambas as técnicas construtivas. Foram moldados 5 tipos de CP: 3 com barro vermelho e 2 com barro amarelo. Cada tipo de CP tinha um traço específico, variando a proporção de barro, cimento e brita, bem como a relação entre a mistura de terra e a água.

c. Construção das Paredes

Para avaliar a resistência das paredes, foram construídas três paredes de 20 cm x 20 cm, representando diferentes técnicas construtivas: uma de tijolos cerâmicos (alvenaria convencional), uma de barro vermelho e outra de barro amarelo (taipa de pilão). Cada parede foi erguida conforme as práticas usuais de cada técnica.

d. Ensaio de Compressão

Os CP moldados foram submetidos a ensaios de compressão em um laboratório especializado. Os ensaios visavam avaliar a resistência mecânica de cada CP e comparar o desempenho entre os diferentes materiais e traços utilizados.

As paredes construídas foram submetidas a ensaios de compressão para avaliar sua resistência estrutural. Durante os ensaios, foram registradas as cargas máximas suportadas antes da ruptura das paredes.

Esta metodologia proporcionou uma avaliação abrangente e comparativa das técnicas construtivas de taipa de pilão e alvenaria convencional em relação a diversos aspectos. Os resultados obtidos serviram de base para as conclusões deste estudo.

3 RESULTADOS

a. Trabalhos Realizados

Esta seção apresenta detalhadamente os experimentos e análises conduzidos durante a pesquisa, fornecendo informações essenciais para a compreensão dos resultados obtidos.

1) Moldagem dos Corpos de Prova (CP)

Nesta etapa, moldaram-se cinco tipos de corpos de prova (CP) para avaliar a resistência mecânica de diferentes composições de materiais. Foram moldados três CP com barro vermelho e dois com barro amarelo, representando variações nas proporções de terra, cimento e brita. Cada tipo de CP recebeu um traço específico, com diferentes relações entre os componentes e a água.

- CP 1: 1,5 partes de barro vermelho peneirado, 0 partes de cimento, 1 parte de brita 0. Relação água/tipo 1/1.
- CP 2: 1,5 partes de barro vermelho peneirado, 1 parte de cimento CP 32, 1 parte de brita 0. Relação água/tipo 1/1.
- CP 3: 1,5 partes de barro vermelho peneirado, 1 parte de cimento CP 32, 2,5 partes de brita 0. Relação água/tipo 1/1.
- CP 4: 1,5 partes de barro amarelo peneirado, 0 partes de cimento CP 32, 1 parte de brita 0. Relação água/tipo 1/1.
- CP 5: 1,5 partes de barro amarelo peneirado, 1 parte de cimento CP 32, 1 parte de brita 0. Relação água/tipo 1/1.

É importante notar que o barro amarelo, embora mais resistente, é notoriamente mais pegajoso, o que impactou o processo de moldagem, deixando os CP com espaços vazios e deformações.

2) Construção das Paredes

Três paredes de 20 cm x 20 cm foram construídas para representar diferentes técnicas construtivas. Uma parede foi erguida com tijolos cerâmicos, representando a alvenaria convencional. As outras duas paredes foram construídas com barro vermelho e barro amarelo, representando a técnica de taipa de pilão.

3) Ensaios de Compressão

Cada um dos CP moldados passou por ensaios de compressão em um laboratório especializado. Esses ensaios permitiram avaliar a resistência mecânica dos CP e comparar seu desempenho, considerando as diferentes composições de materiais. Os resultados desses ensaios foram essenciais para compreender como as variações nos traços de materiais afetam a resistência dos CP.

As paredes construídas foram submetidas a ensaios de compressão para avaliar sua resistência estrutural. Durante esses ensaios, as cargas máximas suportadas antes da ruptura das paredes foram registradas. Os resultados desses ensaios permitiram comparar o desempenho estrutural das diferentes técnicas construtivas.

b. Planilha de Resultados

Nesta seção, os resultados dos ensaios de compressão realizados nos Corpos de Prova (CP) e nas Paredes são apresentados. Esses resultados são fundamentais para avaliar o desempenho das diferentes técnicas construtivas.

Os resultados dos CP indicam a resistência das composições de materiais e técnicas construtivas utilizadas. A tabela abaixo resume os valores de resistência à compressão obtidos para cada CP, além do cálculo da resistência característica à compressão (F_{ck}).

Nº CP	CP 1	CP 2	Média (kN)	F_{ck} (Mpa)
1	30,9	17,2	24,1	3,1
2	126,2	120,6	123,4	15,7
3	56,5	58,0	57,3	7,3
4	3,3	1,5	2,4	0,3
5	56,4	15,0	35,7	4,5

Tabela 1 - Resultados Fonte: autor, 2023

Os resultados dos ensaios realizados nas Paredes oferecem ensinamentos sobre a resistência estrutural de diferentes técnicas construtivas. A tabela a seguir apresenta os valores de resistência à compressão para as três paredes testadas.

Parede nº	Ensaio (kN)	f_{ck} (MPa)
1 (tijolos de vedação)	19,0	1,0
2 (barro vermelho)	167,0	8,4
3 (barro amarelo)	89,0	4,5

Tabela 2 - Resultados Fonte autor, 2023

Esses resultados fornecem informações cruciais para avaliar o desempenho das técnicas construtivas em estudo e são essenciais para a análise comparativa a ser conduzida nas seções subsequentes deste artigo.

A representação gráfica dos resultados dos ensaios de compressão em Corpos de Prova (CP) e Paredes fornece uma visão visual dos valores de resistência à compressão. Cada coluna nos gráficos corresponde a um CP ou uma Parede específica.

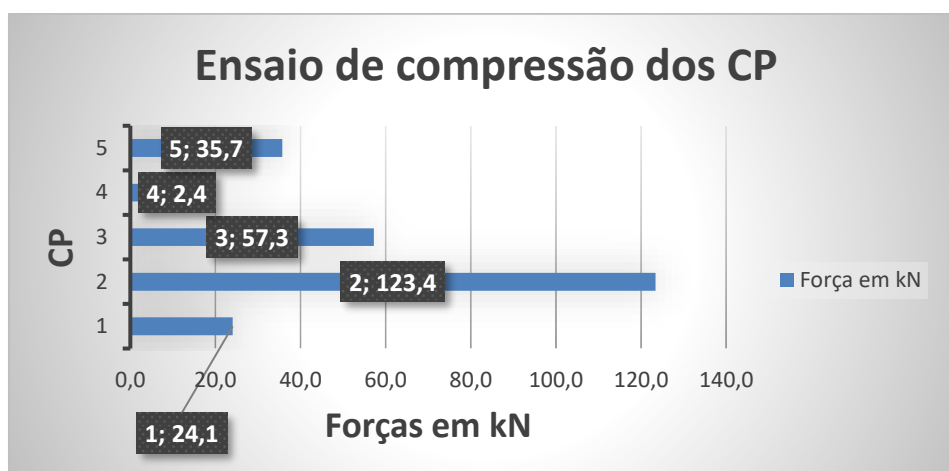


Gráfico 1 – Resultados dos CP Fonte: autor, 2023

No gráfico dos CP, é possível observar a variação da resistência à compressão entre os diferentes corpos de prova. Os valores médios de resistência estão apresentados nas colunas, destacando o desempenho de cada composição de materiais e técnicas construtivas.

O gráfico das Paredes ilustra a resistência à compressão obtida para as três diferentes técnicas construtivas avaliadas. As colunas representam as Paredes de Tijolos de Vedação, Barro Vermelho e Barro Amarelo, permitindo uma comparação visual do desempenho estrutural entre elas.

Essa representação gráfica facilita a interpretação dos resultados, contribuindo para uma compreensão mais clara do comportamento das técnicas construtivas em termos de resistência à compressão. Os gráficos auxiliam na análise comparativa entre os CP e as Paredes, possibilitando conclusões mais robustas sobre o desempenho de cada método construtivo.

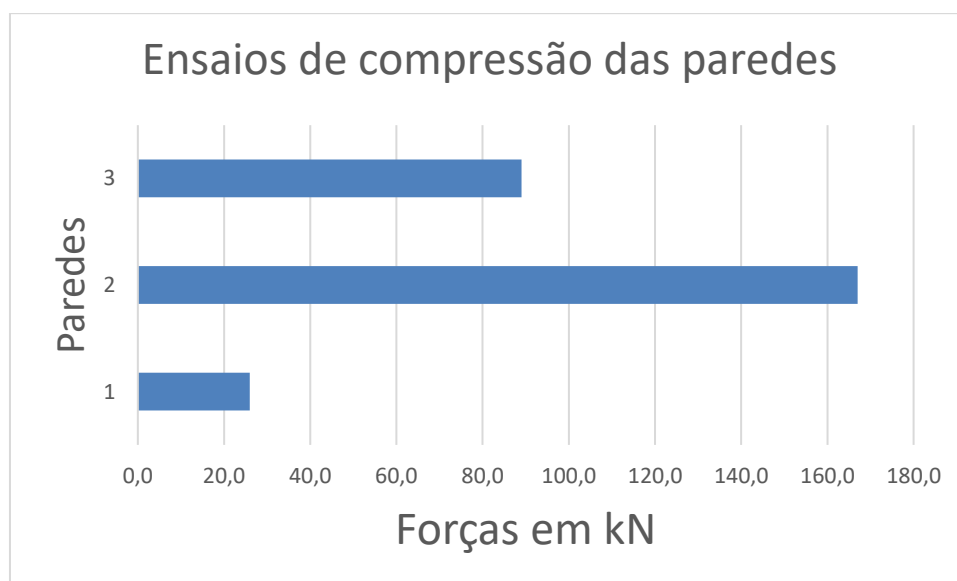


Gráfico 2 – Resultados das paredes Fonte: autor, 2023

A compressão exerceu efeitos distintos nas paredes de barro vermelho e na alvenaria convencional. No caso das paredes de barro vermelho, a aplicação de força de compressão revelou uma tendência à formação de trincas transversais. Isso indica que sob cargas de compressão, essas paredes podem sofrer um deslocamento lateral, resultando em trincas que se formam perpendicularmente à direção da força aplicada.

Já nas paredes de alvenaria convencional, os resultados dos ensaios de compressão revelaram que o principal ponto de falha ocorreu nas paredes laterais, indicando uma tendência à ruptura nessa área sob carga de compressão. Isso sugere que, em vez de trincas transversais, as paredes de alvenaria convencional enfrentaram um colapso nas laterais, onde a carga de compressão foi mais intensa.

Figura 1 – Parede



Fonte: autor, 2023

Figura 2 - Tijolos



Fonte: autor, 2023

Essas observações ressaltam a importância de compreender as respostas específicas de diferentes técnicas construtivas sob a força de compressão. A análise cuidadosa desses efeitos é essencial para a segurança e a durabilidade das estruturas construídas com essas técnicas, bem como para aprimorar os métodos construtivos existentes.

c. Discussão

No que diz respeito à resistência mecânica dos corpos de prova (CP) e das paredes, os resultados revelaram variações notáveis. Os CP 1 e 4, que foram confeccionados sem adição de cimento, exibiram valores de resistência substancialmente inferiores, o que era esperado, visto que o cimento desempenha um papel fundamental no aumento da resistência do barro. Por outro lado, os CP 2, 3 e 5, nos quais o cimento foi incorporado às composições, demonstraram resistências consideravelmente superiores. Especificamente, o CP 2 sobressaiu com uma resistência média de 15,7 MPa, evidenciando-se como o mais robusto.

No que concerne às paredes, os resultados dos testes de compressão também apontaram diferenças notáveis entre a taipa de pilão e a alvenaria convencional. A parede de barro vermelho ostentou uma resistência média de 8,4 MPa, enquanto a parede de barro amarelo alcançou uma resistência de 4,5 MPa. Em contraste, a parede construída com tijolos de vedação, associada à alvenaria convencional, apresentou uma resistência inferior, com 1,0 MPa.

Esses achados indicam que a taipa de pilão, especialmente quando cimento é adicionado à mistura, pode resultar em paredes de maior resistência mecânica em comparação com aquelas edificadas com tijolos de vedação. Contudo, é crucial ressaltar que outros fatores, como durabilidade, umidade, tempo de construção, isolamento térmico, isolamento acústico e custo, também influenciam substancialmente na seleção da técnica construtiva mais apropriada para um projeto específico. A resistência mecânica representa apenas um elemento dessa equação complexa. Portanto, ao tomar decisões de construção, é essencial contemplar todos esses elementos a fim de garantir o desempenho ideal da estrutura.

d. Considerações Finais

Os resultados obtidos neste estudo comparativo entre a taipa de pilão e a alvenaria convencional destacam aspectos fundamentais que merecem atenção na escolha de uma técnica construtiva. Em primeiro lugar, a resistência mecânica revelou-se significativamente influenciada pela presença de cimento nas misturas. Os corpos de prova e as paredes contendo cimento demonstraram maior resistência, com valores notáveis, especialmente no CP 2 e na parede de barro vermelho. Isso sublinha a importância de considerar a composição dos materiais ao buscar a resistência estrutural necessária para uma construção.

4 CONCLUSÃO

Este estudo comparativo teve como objetivo avaliar as diferenças entre a construção de paredes utilizando a técnica de taipa de pilão e a alvenaria convencional. Para atingir esse objetivo, foram realizados ensaios de compressão em corpos de prova representativos e em paredes reais construídas com ambas as técnicas. Além disso, uma análise crítica abordou outros fatores, como resistência, durabilidade, tempo de construção, resistência à umidade, isolamento térmico, isolamento acústico e custos, que são essenciais na escolha da técnica construtiva mais adequada para diferentes cenários de construção. Essa abordagem abrangente proporcionou uma visão completa das vantagens e desvantagens de cada técnica, com implicações práticas significativas para a construção civil.

Em suma, este estudo comparativo entre a construção de paredes com taipa de pilão e alvenaria convencional destacou a relevância da escolha criteriosa das técnicas construtivas em projetos de construção. Os ensaios de compressão revelaram que a presença de cimento nas misturas contribui significativamente para a resistência mecânica. As paredes de barro, especialmente aquelas com cimento, demonstraram uma resistência notável, enfatizando a importância dos materiais na obtenção da resistência estrutural necessária.

REFERÊNCIAS

- ABIKO, A. K. *Tecnologias Apropriadas: Tijolos e Paredes Monolíticas de Solo-Cimento*. 1980. 115p. Tese (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 1973.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5.738: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro. 2018
- CORONA, E.; LEMOS C. A.C. *Dicionário de Arquitetura Brasileira*. Edart, São Paulo-SP: 1972, 352 p.
- FRANÇA, E. J., & Vieira, C. M. F. *Taipa de pilão: um estudo comparativo com a alvenaria convencional*. *Revista Engenharia e Tecnologia*, 10(1), 12-25. Ponta Grossa-PR: 2018.
- MAIA, Leonardo Ribeiro. *Contribuição às construções em terra comprimida e compactada e influências no conforto*. 2016. 137p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-05092016-154943/publico/leonardoribeiro.pdf>>. Acesso em: 09 dez 2022.
- PINTO, A. S., & Sousa, J. A. *Taipa de pilão e alvenaria convencional: estudo comparativo de resistência e durabilidade*. *Revista Construção Sustentável, PUCRS*, 7(2), 89-102. Porto Alegre-RS: 2016.
- TAVEIRA, E. S. N. *O Solo-Cimento no Campo e na Cidade*. 2°. ed. Ícone, São Paulo-SP: 1987. 120 p.
- VASCONCELLOS, S. *Arquitetura no Brasil: Sistemas Construtivos*, 5°. ed. Rona, Belo Horizonte-MG: 1979, 186 p

ESTUDO COMPARATIVO DE CORPOS DE PROVA DE CONCRETO, DE TRAÇOS DISTINTOS, POR MEIO DE ENSAIOS DE RESISTÊNCIA

Rabelo V. P. ¹ Mello M. A. G.de ²

1 Aluno Engenharia Civil da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Luz, 26260-045, Nova Iguaçu – RJ.

2, Docente da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Luz, 26260-045, Nova Iguaçu – RJ.

¹ marco.gomesdemello@eb.mil.br²

Resumo-Este estudo comparativo realizou ensaios de compressão e testes de SLUMP em diferentes formulações de concreto para avaliar o desempenho de cada combinação. Foram investigados diversos traços de concreto, relações água/cimento e a presença de aditivos. Os resultados destacaram que a escolha do traço e da relação água/cimento desempenham um papel crucial no comportamento do concreto. Em formulações sem aditivos, o traço 1:1,5:0,5 (cimento:areia:brita) com uma relação água/cimento de 1/0,55 demonstrou a maior resistência à compressão. Por outro lado, a introdução de aditivos de incorporadores de ar favoreceu o traço 1:3:2, juntamente com a mesma relação água/cimento de 1/0,55, equilibrando resistência e trabalhabilidade. A relação água/cimento de 1/0,55 revelou-se versátil, adaptando-se bem tanto a formulações com aditivos quanto sem. Esta relação permitiu ajustar a consistência do concreto conforme necessário para cada projeto. No geral, a escolha do traço e da relação água/cimento deve ser guiada pelos objetivos específicos do projeto, equilibrando resistência e trabalhabilidade. Estes resultados contribuirão para avanços na engenharia civil e práticas de construção, promovendo estruturas mais seguras e eficientes.

Palavras Chaves: concreto, traços, resistência, trabalhabilidade.

Abstract-This comparative study conducted compression tests and slump tests on different concrete formulations to assess the performance of each combination. Various concrete mixtures, water-to-cement ratios, and the presence of additives were investigated. The results highlighted that the choice of mixture and water-to-cement ratio plays a crucial role in concrete behavior. In formulations without additives, the 1:1.5:0.5 mixture (cement: sand: aggregate) with a water-to-cement ratio of 1/0.55 demonstrated the highest compressive strength. Conversely, the introduction of air-entraining additives favored the 1:3:2 mixture, along with the same water-to-cement ratio of 1/0.55, balancing strength, and workability. The water-to-cement ratio of 1/0.55 proved to be versatile, adapting well to both formulations with and without additives. This ratio allowed for adjusting the consistency of concrete as needed for each project. Overall, the choice of mixture and water-to-cement ratio should be guided by the specific goals of the project, balancing strength, and workability. These results will contribute to advancements in civil engineering and construction practices, promoting safer and more efficient structures.

Keywords: concrete, mix proportions, strength, workability.

1. INTRODUÇÃO

A história do concreto é uma narrativa fascinante que remonta a civilizações antigas, como os romanos, que utilizavam uma mistura de cal, cinzas vulcânicas e pedras para criar estruturas duráveis (MEHTA & MONTEIRO, 2014). Ao longo dos séculos, o concreto evoluiu de uma simples mistura de materiais em algo muito mais complexo e crucial na construção civil. Sua jornada culminou no

desenvolvimento do cimento Portland patenteado por *Joseph Aspdin* ⁴no século XIX, que se tornou o principal componente do concreto moderno (SANTOS, 2017).

A indústria da construção civil no Brasil está crescendo e apresenta números animadores, não só na esfera da habitação popular, mas também nas áreas de infraestrutura, indústria e pesquisa tecnológica. Para que esse crescimento ocorra, o mercado necessita de uma ampla gama de insumos, entre os quais se destaca o concreto. Esse é o material de construção mais utilizado no mundo, com um consumo que fica na ordem dos bilhões de metros cúbicos por ano (CHIES, 2011). Para acompanhar essa demanda, é essencial entender não apenas a história e a composição do concreto, mas também as técnicas avançadas e os controles de qualidade que garantem sua eficácia na construção.

O concreto é qualquer produto ou massa produzido a partir de um meio cimentante. Neste projeto será usado a reação entre um cimento hidráulico e a água. Contudo, mesmo com essa reação, existe uma larga gama de produtos que agregados a essa reação formam diversos tipos de concreto (NEVILLE, 2013). Assim, o concreto, apesar de não ter sofrido grandes modificações na sua composição principal, teve grandes avanços tecnológicos incorporados nos últimos anos nos seus agregados. Desde adições na composição dos cimentos, a aditivos de alto desempenho capazes de melhorar a performance com redução de custos e quantidade de insumos (PINHEIRO, 2023).

Alinhado a todas essas mudanças no concreto, faz-se cada vez mais necessário um alto controle tecnológico que garanta ao cliente, à construtora e aos usuários, a segurança e a qualidade do produto ofertado. Um dos controles tecnológicos mais difundidos na construção civil nacional é o ensaio mecânico de resistência à compressão axial de corpos-de-prova cilíndricos. A escolha do ensaio à resistência de compressão se justifica pois, além de ser a resistência a propriedade mais importante do concreto, o ensaio tem custo consideravelmente baixo, é de fácil execução e existe a correlação dos seus resultados com outras propriedades, como o módulo de elasticidade, trabalhabilidade e a resistência a tração.

Dessa forma, para garantir que esse ensaio de resistência do concreto apresente o desempenho esperado e possua os níveis de resistência e elasticidade adequados é preciso realizar a retirada de amostras de corpo de prova para testes. E para realizar os ensaios, a norma ABNT NBR 5738-2015 (CONCRETO – PROCEDIMENTO PARA MOLDAGEM E CURA DE CORPOS DE PROVA) prescreve os procedimentos de moldagem e cura dos corpos de prova para a realização de ensaios de resistência à compressão. Esses ensaios servem para garantir que as obras em concreto tenham satisfeitas as condições de qualidades impostas pelos projetos estruturais. Os ensaios determinam se o f_{ck} ⁵ do concreto é igual ou superior ao f_{ck} que está no projeto estrutural. Quando um concreto tem o f_{ck} alto, as estruturas podem ter suas seções reduzidas, aumentando as áreas úteis das edificações. Para que o f_{ck} aumente, é normal aumentar o conteúdo de cimento, reduzir a relação água/cimento ou colocar aditivos nos concretos.

Os aditivos são acrescentados ao concreto para proporcionar características especiais a esse concreto. Entre as principais finalidades podem-se citar: acelerar ou retardar o tempo de pega,

⁴ Joseph Aspdin (1778-1855) foi um construtor britânico e inventor do cimento Portland, patenteado em 1824. Sua invenção revolucionou a indústria da construção e é a base para o concreto moderno.

⁵ f_{ck} é o termo Feature Compression Know, que traduzido para o português significa "Resistência Característica do Concreto à Compressão"

possibilitar maior fluidez, aumentar a resistência e a capacidade do concreto. O traço nada mais é do que a indicação da quantidade dos componentes que constituem o concreto, ou seja, uma combinação adequada e econômica dos constituintes do concreto e pode ser quantificado em volume ou em peso, muitas vezes, adota-se uma indicação mista: peso e volume. Seja qual for a forma, toma-se sempre o cimento como unidade, e relacionam-se as demais quantidades à quantidade de cimento como referência (PETRUCCI, 1968).

O teste de *slump*⁶ avalia a trabalhabilidade e/ou fluidez do concreto produzido. A trabalhabilidade está relacionada com a facilidade de moldar o concreto nas formas desejadas, pois, além da resistência, o concreto tem como vantagem a possibilidade de moldá-lo como o desejado. O teste de Slump tem como objetivo determinar a consistência do concreto, ou seja, a mobilidade do concreto em massa, o Slump é a medida do seu abatimento realizado no ensaio. Normalmente, quando se faz um concreto estrutural, mede-se o slump para saber se o concreto é trabalhável ou não e se é consistente ou não. Tudo isso, junto com o teste de compressão, pode-se chegar a diversos resultados.

Portanto, este projeto será de grande valia para os engenheiros civis, pois informará os efeitos que cada traço causa na resistência à compressão, ou seja, qual é o mais resistente, como também verificar a trabalhabilidade e a consistência do concreto.

2. METODOLOGIA

Neste estudo, foram realizados ensaios de compressão axial e testes de Slump para avaliar a influência de diferentes traços, relações água/cimento (A/C) e a presença de aditivos no concreto. Os corpos de prova foram preparados de acordo com a norma ABNT NBR 5738-2015 para moldagem e cura de corpos de prova.

a. Preparação dos Corpos de Prova (CP)

Foram utilizados nove traços diferentes de concreto, variando a proporção de cimento, areia, brita 0, pó de pedra e a relação A/C. Os traços foram designados como CP1, CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, CP7, CP8, CP9 e CP10, cada um com suas especificações detalhadas conforme descrito na Tabela 1.

9	Traços	Relação A/C	Quantidade de CP	Adição de aditivos
1	1:3:2 (areia)	1:0,55	3	Sem
2	1:1,5:0,5 (areia)	1:0,45		Sem
3	1:1,5:2,5 (areia)	1:1		Sem
4	1:1:1 (areia)	1:0,45		Sem
5	1:3:2 (areia)	1:0,55		Aditivo incorporador de ar
6	1:1,5:2,5 (areia)	1:1		Aditivo plastificante
7	1:2:1 (pó de pedra)	1:0,65		Aditivo plastificante

⁶ O teste de slump de concreto é um teste que avalia a fluidez e a trabalhabilidade de um concreto recém-produzido, podendo também ser aplicado em concretos prontos, apesar desses últimos já possuírem qualidade aprovada.

8	1:2:1 (areia)	1:0,65		Aditivo plastificante
9	1:1:1 (pó de pedra)	1:0,55		Aditivo superplastificante
10	1:1:1 (areia)	1:0,55		Aditivo superplastificante

Tabela 1 – traços dos concretos, relação A/C e slump Fonte: autor, 2023

b. Teste de slump, Moldagem e Cura dos Corpos de Prova

Para cada traço, foram moldados corpos de prova cilíndricos de acordo com a norma ABNT NBR 5738-2015. Antes da moldagem, para cada concreto feito, foi realizado o teste de slump. Os corpos de prova foram curados em ambiente controlado, mantendo uma temperatura constante e umidade adequada por um período de 28 dias, a fim de garantir o desenvolvimento da resistência do concreto.

Figura 1 – Fazendo o teste de slump



Fonte: autor, 2023

Figura 2 – Moldando o CP



Fonte: autor, 2023

c. Ensaio de Compressão

Após o período de cura, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de compressão axial utilizando uma máquina de ensaio universal. Os resultados foram registrados em kilonewtons (kN) e a resistência à compressão média de cada traço foi calculada.



Figura 3 – Teste de compressão Fonte: autor, 2023

f. Análise e Comparação dos Resultados

Os resultados obtidos nos ensaios foram cuidadosamente registrados e analisados. Foram comparadas as resistências à compressão iniciais, após exposição à água e após exposição ao ambiente natural para cada tipo de madeira. Essa análise permitiu identificar quais madeiras mantiveram sua resistência em diferentes condições e quais foram mais sensíveis às variações ambientais.

g. Interpretação e Discussão dos Resultados

Os resultados foram interpretados à luz das características intrínsecas de cada tipo de madeira, como densidade, porosidade e composição química. Isso possibilitou uma discussão detalhada sobre os motivos pelos quais algumas madeiras se destacaram em termos de resistência sob condições adversas, enquanto outras apresentaram maior sensibilidade.

h. Considerações Finais e Implicações Práticas

Com base nos resultados, foram tiradas conclusões sobre a adequação de cada tipo de madeira para diferentes aplicações na construção civil. Além disso, foram discutidas as implicações práticas desses resultados, destacando a importância dos tratamentos de preservação e da escolha responsável de materiais.

Esta metodologia permitiu uma análise completa das propriedades das madeiras em estudo, considerando sua resistência, durabilidade e reação a diferentes condições ambientais. Os resultados

obtidos são de grande relevância para orientar a seleção apropriada de madeira em projetos de construção e em outras aplicações, contribuindo para o uso sustentável deste valioso recurso natural.

3 RESULTADOS

a. Trabalhos Realizados

Neste item, será descrito em detalhes os experimentos e ensaios realizados durante o curso deste estudo. Estes trabalhos foram conduzidos de acordo com a metodologia previamente descrita no número 2 e visaram alcançar os objetivos estabelecidos na introdução.

1) Preparação dos Corpos de Prova de Concreto

Para iniciar os trabalhos, foram preparados quatro traços diferentes de concreto, designados como Traço 1, Traço 2, Traço 3 e Traço 4, com variações de com ou sem aditivos, ou ainda com areia e pó de pedra. Cada traço foi elaborado de acordo com a proporção específica de cimento, agregados, água e aditivos, conforme descrito na letra do número 2. As matérias-primas utilizadas foram de alta qualidade e seguiram as normas de qualidade estabelecidas.

2) Moldagem dos Corpos de Prova e teste de slump

Após a mistura dos materiais de acordo com os traços específicos, foi procedido à moldagem de corpos de prova de concreto cilíndricos. De cada concreto realizado, foram moldados 3 corpos de prova (CP). O processo de moldagem seguiu estritamente as normas NBR 5738 (2015) e 5739 (2018), visando garantir a precisão das dimensões e características dos corpos de prova.

Além disso, antes da moldagem dos corpos de prova, foi realizado o teste de "slump" em cada traço de concreto para avaliar sua trabalhabilidade e consistência. O teste de "slump" é um ensaio padrão que mede a capacidade do concreto de manter sua forma após a remoção de um molde cilíndrico.

3) Cura dos Corpos de Prova

Após a moldagem, os corpos de prova foram cuidadosamente identificados, etiquetados e colocados em condições de cura controlada. Durante 28 dias, os corpos de prova foram mantidos a uma temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $95\% \pm 5\%$. Essas condições garantiram que a cura fosse uniforme e que os corpos de prova atingissem a resistência esperada.

4) Ensaios de Resistência à Compressão

Após o período de cura, foram realizados os ensaios de resistência à compressão. Cada corpo de prova foi retificado e, após posicionado em uma máquina de ensaio universal e submetido a cargas crescentes até o ponto de rompimento. O valor máximo de carga antes do rompimento foi registrado para cada corpo de prova, e os resultados foram tabulados e analisados.

b. Planilha de Resultados

A Planilha de Resultados apresentada é uma ferramenta crucial para documentar e analisar os dados obtidos durante os experimentos. Esta planilha contém informações sobre o teste de slump e os ensaios de compressão realizados em diferentes Corpos de Prova de Concreto (CP). A seguir estão os resultados detalhados dessa planilha:

Nº do CP	Teste slump	Ensaio de compressão em kN			
		CP 1	CP 2	CP 3	Média
1	2,5 cm	140,4	148,3	142,5	143,7
2	6,5 cm	86,8	82,6	88,2	85,9
3	8 cm	217,3	223,8	212,7	217,9
4	17 cm	239,6	234,0	256,7	243,4
5	5,5 cm	99,9	97,4	101,2	99,5
6	15 cm	185,8	186,4	186,5	186,2
7	12 cm	146,3	149,6	148,2	148,0
8	12 cm	142,0	137,2	138,5	139,2
9	25 cm	218,2	226,7	221,6	222,2
10	26 cm	331,1	323,5	330,1	328,2

Tabela 2 - Resultados Fonte: autor, 2023

Nesta planilha, os CP estão numerados de 1 a 10, cada um com seu valor de teste de slump, bem como os resultados dos ensaios de compressão nos CPs 1, 2 e 3. A coluna "Média" fornece a média dos valores dos ensaios de compressão para cada CP.

Esses resultados são fundamentais para a avaliação da qualidade e desempenho do concreto utilizado em um projeto. O teste de slump permite entender a trabalhabilidade do concreto, enquanto os ensaios de compressão fornecem informações sobre sua resistência. A média dos valores dos ensaios de compressão é especialmente relevante para garantir que o concreto atenda aos requisitos de resistência especificados em normas de construção e projetos. Portanto, a planilha de resultados desempenha um papel central na análise e interpretação dos dados experimentais, contribuindo para a tomada de decisões informadas em projetos de construção.

c. Gráfico do teste slump e do ensaio de compressão

O gráfico exibe os resultados dos ensaios de compressão conduzidos em diferentes corpos de prova de concreto, apresentando-os em conjunto com os valores obtidos no teste de slump. Para cada corpo de prova (CP), são representadas duas colunas distintas: uma contendo o resultado do teste de slump e outra exibindo a média dos resultados dos ensaios de compressão para esse CP.

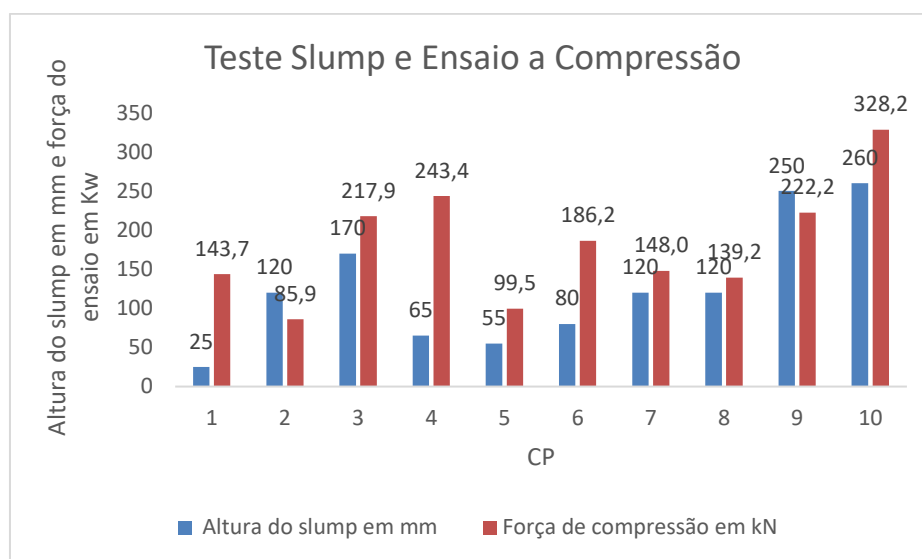


Gráfico1 – Resultado dos testes Fonte: autor, 2022

Os corpos de prova 10 e 9, que possuem traços com aditivos superplastificantes, demonstraram os maiores valores de resistência à compressão, com 328,2 kN e 222,2 kN, respectivamente. Além disso, eles apresentaram valores significativamente altos no teste de slump, com 25 cm e 26 cm, indicando boa trabalhabilidade.

Os corpos de prova 7 e 8, com traços que incluem aditivos plastificantes, também apresentaram resistência à compressão superior à média, com 148 kN e 139,2 kN, respectivamente. Seus valores de slump foram de 12 cm, indicando um equilíbrio entre trabalhabilidade e resistência.

Corpos de prova 1 e 5, que não possuem aditivos plastificantes e têm traços semelhantes, mostraram valores de resistência à compressão de 143,7 kN e 99,5 kN, respectivamente. No entanto, o corpo de prova 1 apresentou um teste de slump de apenas 2,5 cm, enquanto o corpo de prova 5 teve um slump de 5 cm. Isso indica que o aditivo de incorporadores de ar no corpo de prova 5 melhorou a trabalhabilidade sem prejudicar significativamente a resistência.

d. Discussão

A análise detalhada dos resultados dos testes de slump e ensaios de compressão permite identificar quais corpos de prova demonstraram maior resistência, consistência, trabalhabilidade e como uma mistura dessas características influencia o desempenho geral do concreto. Esta discussão busca elucidar esses aspectos, fornecendo uma visão abrangente dos resultados obtidos.

Ao analisar os resultados dos ensaios de compressão, é evidente que alguns corpos de prova se destacaram por sua notável resistência. Os CP4 e CP10, com valores médios de resistência à compressão de 243,4 kN e 328,2 kN, respectivamente, são os mais resistentes do conjunto. Isso sugere que a formulação do concreto utilizada para esses corpos de prova apresenta uma proporção ideal de cimento, agregados e água, resultando em uma alta capacidade de suportar cargas de compressão.

Em relação à consistência do concreto, os CP1 e CP6 apresentaram os menores valores de slump, a 2,5 cm e 15 cm, respectivamente. Isso indica uma consistência mais rígida, sugerindo que esses corpos de prova podem ser mais adequados para aplicações em que a fluidez é menos crítica,

como elementos pré-moldados. Por outro lado, os CP4 e CP10, com os maiores valores de slump (17 cm e 26 cm), são considerados os mais trabalháveis, sendo potencialmente a escolha ideal para concretagens que exigem alta fluidez e facilidade de colocação.

A trabalhabilidade do concreto é essencial em muitas aplicações de construção, e os CP4 e CP10 se destacam como os mais trabalháveis devido aos seus altos valores de slump. Isso significa que esses concretos podem ser facilmente moldados e colocados, o que é particularmente vantajoso em construções de formas complexas ou quando é necessária uma colocação rápida.

Corpos de prova como CP5 e CP7 apresentam um equilíbrio interessante entre resistência, consistência e trabalhabilidade. CP5, com um valor de slump de 5,5 cm e uma resistência média de 99,5 kN, e CP7, com 12 cm de slump e resistência média de 148,0 kN, demonstram que é possível alcançar um compromisso entre esses fatores. Isso pode ser benéfico em aplicações onde a fluidez do concreto é importante, mas a resistência não pode ser sacrificada.

Em resumo, os resultados dos testes indicam que a escolha do concreto ideal depende das necessidades específicas de cada aplicação. Corpos de prova com maior resistência são adequados para estruturas que exigem suporte de carga significativo, enquanto concretos mais consistentes podem ser preferíveis em situações em que a precisão na moldagem é fundamental. Aqueles que buscam alta trabalhabilidade devem considerar os corpos de prova com maiores valores de slump. No entanto, uma mistura bem equilibrada de todas essas características pode ser a chave para atender a uma variedade de requisitos em projetos de construção civil. Portanto, é crucial que engenheiros e construtores avaliem cuidadosamente os resultados desses testes e selecionem o concreto mais adequado para cada aplicação específica.

d. Melhor traço com aditivo e sem aditivo

Com base nos resultados obtidos nos ensaios de compressão e no teste de slump, foi possível identificar o melhor traço de concreto tanto com aditivo quanto sem aditivo, buscando um equilíbrio entre resistência e trabalhabilidade.

Para o concreto com aditivo, o traço que apresentou o melhor desempenho em termos de resistência e trabalhabilidade foi aquele utilizado nos corpos de prova CP10. Com uma resistência média à compressão de 328,2 kN e um valor de slump de 26 cm, esse traço se destacou como a escolha ideal para aplicações que exigem alta resistência juntamente com excelente fluidez durante a colocação. Essa combinação de características é particularmente valiosa em projetos de construção que demandam rapidez na concretagem e alta capacidade de carga.

Logo, um traço eficaz consiste em: cimento: 1 parte; areia: 1,5 partes; brita 0 ou brita 1 (dependendo da disponibilidade): 1,5 partes; aditivo plastificante (para melhorar a trabalhabilidade): quantidade conforme recomendação do fabricante. Relação água/cimento (A/C): 0,45 a 0,5 (ajustável de acordo com as condições específicas do projeto e os materiais disponíveis).

No caso do concreto sem aditivo, o traço mais equilibrado foi encontrado nos corpos de prova CP4. Esses corpos de prova demonstraram uma resistência média à compressão de 243,4 kN, juntamente com um valor de slump de 17 cm. Esse resultado indica que o CP4 oferece uma resistência robusta enquanto mantém uma trabalhabilidade adequada. Portanto, é uma escolha recomendada

para projetos que necessitam de uma combinação equilibrada dessas propriedades, como construções de médio porte.

Já para o concreto sem aditivo, um traço eficaz que prioriza a simplicidade e economia é: cimento: 1 parte; areia: 2 partes; brita 0 ou brita 1 (dependendo da disponibilidade): 2 partes. Relação água/cimento (A/C): 0,5 a 0,55 (ajustável com base nas exigências do projeto e nos materiais disponíveis)

Em última análise, a seleção do traço de concreto mais adequado, seja com ou sem aditivo, dependerá das necessidades específicas de cada projeto. A análise cuidadosa dos requisitos de resistência e trabalhabilidade é fundamental para tomar a decisão certa e garantir o sucesso da aplicação do concreto em diversas situações na construção civil.

4 CONCLUSÃO

Os resultados deste projeto proporcionaram ensinamentos importantes sobre o desempenho de traços de concreto com e sem aditivo, abordando aspectos cruciais de resistência e trabalhabilidade. Através da análise detalhada dos ensaios de compressão e do teste de slump, foi possível chegar a conclusões significativas que podem orientar a seleção de traços de concreto em diversas aplicações na construção civil.

Primeiramente, ficou evidente que a adição de aditivos ao concreto pode resultar em melhorias substanciais no seu desempenho. Os traços com aditivo apresentaram maior resistência à compressão média em comparação com os traços sem aditivo. Isso é particularmente relevante para projetos que exigem alta capacidade de carga e durabilidade estrutural.

No entanto, a escolha do traço ideal não é uma decisão unidimensional. A trabalhabilidade do concreto é igualmente essencial em muitos contextos. Nesse sentido, os traços sem aditivo se destacaram, oferecendo um equilíbrio notável entre resistência e trabalhabilidade. Isso é especialmente valioso em projetos que demandam boa fluidez durante a colocação, facilitando o processo construtivo.

É importante ressaltar que as conclusões deste estudo são aplicáveis como diretrizes gerais, e as decisões específicas devem ser baseadas nas necessidades exclusivas de cada projeto. A escolha do traço de concreto ideal deve ser sempre orientada pelas demandas de resistência e trabalhabilidade estipuladas pelo projeto e pelas condições de aplicação.

Em resumo, os resultados obtidos nesta pesquisa contribuem para o conhecimento contínuo no campo da tecnologia do concreto. Eles oferecem uma base sólida para a tomada de decisões informadas na seleção de traços de concreto com ou sem aditivo, ajudando a atender às demandas cada vez mais complexas da construção civil. A busca pelo equilíbrio ideal entre resistência e trabalhabilidade é essencial para garantir a segurança e a eficácia das estruturas de concreto, e este estudo é um passo importante nesse caminho.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5.738: Concreto – procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro. 2015.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5.739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro. 2018.

BAUER, F.L.A. Materiais de Construção. 5ª Edição. Rio de Janeiro-RJ: LTC, 2013.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto Microestrutura, Propriedade e Materiais - 2ª Edição. Ed.: IBRACON. São Paulo-SP. 2014.

CHIES, Josué Argenta. CORPOS-DE-PROVA SUBMETIDOS À COMPRESSÃO: INFLUÊNCIA DO TIPO DE PREPARAÇÃO DAS FACES PARA DIFERENTES NÍVEIS DE RESISTÊNCIA DO CONCRETO. Trabalho de Conclusão de Curso da UFRS. Porto Alegre-RS: 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/127927?locale-attribute=pt_BR>. Acesso em: 01mar. 2023.

MELO, Gustavo Parada de. Ensaio de concreto e agregados: princípios e aplicações. Pini, São Paulo-SP: 2012.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J.. Tecnologia do concreto. Bookman, PORTO ALEGRE-RS: 2013.

NEVILLE, A. M. Propriedades do concreto. Bookman, Porto Alegre-RS: 2016.

PETRUCCI, Eládio G. Concreto de Cimento Portland. Associação Brasileira de Cimento Portland, São Paulo-SP. 1968.

PINHEIRO, Libânio M. Fundamentos do concreto e projeto de edifícios: em 2017 Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~almeida/ec702/EESC/Concreto.pdf>>. UNICAMP - Campus, São Paulo. Acesso em: 15abr. 2023.

SANTOS, Alexandre José dos. Tecnologia do concreto: materiais e propriedades. Oficina de Textos, São Paulo-SP: 2017.

ESTUDO DE CASO SOBRE A REFORMA DO TELHADO DO PAVILHÃO PRINCIPAL DO 15º BATALHÃO DE POLÍCIA MILITAR, DUQUE DE CAXIAS, RJ.

Medeiros E. E. S.¹; Mello M. A. G.²; Silva C. M. S. P.³;

¹ Aluno Engenharia Civil do Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu - RJ

^{2,3} Docentes Engenharia Civil do Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu - RJ

Esrom.ernandes@gmail.com¹, 0161031@professor.unig.edu.br², 0121118@professor.unig.edu.br³

RESUMO - O artigo apresenta um estudo de caso detalhado sobre a reforma de telhado realizada no pavilhão principal do 15º Batalhão de Polícia Militar. O objetivo desse estudo foi descrever a reforma do telhado e os métodos utilizados durante o processo construtivo. A revisão de literatura realizada no artigo abrangeu diversos tópicos relevantes: teoria das treliças, os diferentes tipos de madeiramento e de telhas, mais utilizadas no Brasil, e a importância da segurança no trabalho nas reformas de telhado. As etapas da reforma incluíram: remoção de todas as telhas; substituição de todo o madeiramento danificado; tratamento das madeiras com cupinicida; alterações no espaçamento entre os caibros e no diâmetro da calha; aumento na quantidade e no diâmetro dos buzinotes e substituição por telhas de 6mm. Durante a execução da reforma, os operários seguiram os procedimentos de segurança adequados, utilizando os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e de Proteção Coletiva (EPC) necessários. Eles também foram devidamente instruídos sobre a NR 35, que diz respeito ao trabalho em altura. Foi criada uma linha de vida para permitir a movimentação segura sobre o telhado. Além disso, foram construídos pilares de apoio no sótão do batalhão em um local onde a viga de madeira estava corroída superficialmente pela ação de cupins. É importante ressaltar que a reforma foi concluída com sucesso, sem ocorrência de acidentes durante a sua execução. O estudo de caso apresentado no artigo fornece um exemplo prático e aplicado de como uma reforma de telhado pode ser conduzida de maneira segura e eficiente.

(Palavras Chaves: Telhado, Cobertura, Reforma, EPI, EPC, telha de fibrocimento.)

ABSTRACT - The article presents a detailed case study on the roof renovation conducted at the main pavilion of the 15th Military Police Battalion. The goal of this study was to describe the roof renovation and the methods employed during the construction process. The literature review conducted in the article covered various relevant topics: truss theory, diverse types of timber and roofing tiles commonly used in Brazil, and the importance of workplace safety in roof renovations. The stages of the renovation included the removal of all the roofing tiles, replacement of damaged timber, and treatment of the wood with termite protection. Changes were made to the spacing between the rafters and the diameter of the gutter. There was an increase in the number and diameter of roof vents, and the tiles were replaced with 6mm thick ones. During the execution of the renovation, the workers followed the appropriate safety procedures and wore the necessary Personal Protective Equipment (PPE) and Collective Protection Equipment (CPE). They were also adequately trained in compliance with NR 35, which concerns working at heights. A lifeline was installed to enable safe movement on the roof. Furthermore, support pillars were constructed in the attic of the battalion, in an area where the

wooden beam was superficially corroded by termite activity. It is important to emphasise that the renovation was successfully completed without any accidents occurring during its execution. The case study presented in the article provides a practical and applied example of how a roof renovation can be conducted safely and efficiently.

(Keywords: Roof, Coverage, Reform, PPE, CPE, fiber cement tile.)

INTRODUÇÃO

A reforma de telhados é uma atividade essencial para garantir a integridade estrutural e a funcionalidade de edifícios. O telhado é uma das principais estruturas de suporte de um edifício, além, de desempenhar um papel fundamental na proteção contra intempéries.

No campo da engenharia, a treliça é um dos principais tipos de estrutura utilizados. Ela se destaca por sua simplicidade, praticidade e economia em diversos cenários, especialmente em projetos de passagens superiores, pontes e coberturas. A treliça é capaz de vencer grandes vãos e suportar cargas significativas em relação ao seu próprio peso (GOMES, 2016).

Essas estruturas treliçadas são amplamente utilizadas no Brasil e são destinadas a receber telhas cerâmicas. Essa estrutura é composta por duas partes distintas: a estrutura principal, conhecida como tesoura, e a estrutura secundária, formada por ripas, caibros e terças (IPTSP, 1998). No uso de telhas de maior dimensão, como de fibrocimento e metálica, é dispensado o uso de caibros e ripas.

A execução dessa estrutura é geralmente realizada por carpinteiros ou equipes de carpintaria, que a montam de forma artesanal, utilizando peças de madeira serrada com comprimentos padronizados. Nesse processo, não são empregadas técnicas de pré-fabricação e, muitas vezes, o projeto da estrutura é elaborado sem o auxílio de um profissional qualificado, tornando a construção do telhado dependente exclusivamente do conhecimento e da habilidade dos executores. No entanto, essa abordagem construtiva oferece grande flexibilidade para realizar modificações no canteiro de obras, adaptando-se às necessidades específicas do projeto em questão (FLACH, 2012).

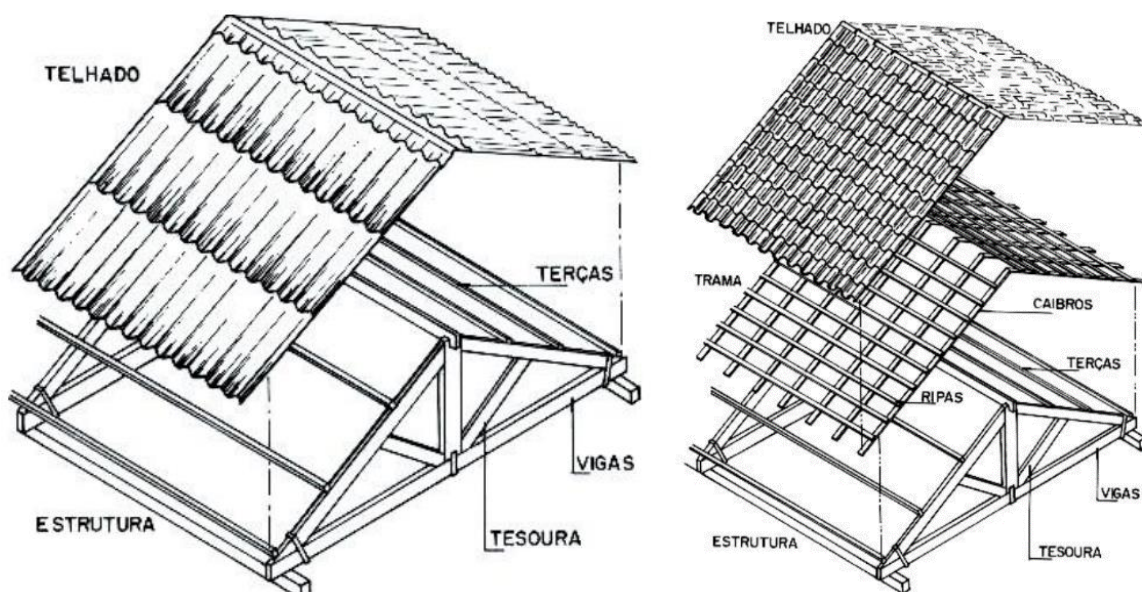


FIGURA 1 - Tipos de madeiramento. Fonte: RODRIGUES, 2006.

A Figura 1 mostra dois tipos de madeiramento: a Figura à esquerda mostra um madeiramento para telhas maiores, como fibrocimento e metálicas com a ausência do uso de caibros e ripas. Já a Figura à direita apresenta o madeiramento para um telhado composto por telhas menores, com caibros e ripas.

Conforme ressalta Cardoso (2000), devido ao baixo custo dos telhados feitos com telhas de fibrocimento, esse tipo de material é amplamente utilizado em edifícios unifamiliares de padrão mais popular. No entanto, é importante mencionar que essas telhas não proporcionam o conforto adequado, principalmente em relação ao isolamento térmico. Juntamente com as telhas de aço, elas são a escolha principal em edifícios industriais e comerciais. O autor destaca que, no passado, as telhas de fibrocimento eram fabricadas a partir de uma mistura homogênea de fibras de amianto e cimento Portland. Atualmente, entretanto, são produzidas apenas com fibras sintéticas e cimento, visando à segurança e à saúde dos usuários.

Por oportuno, o uso de amianto foi proibido no Brasil para a confecção de telhas e caixas de água, por ser uma substância cancerígena com diversos riscos à saúde pelo seu manuseio.

A disciplina dos trabalhadores da construção civil desempenha um papel fundamental para a segurança no ambiente de trabalho, especialmente quando se trata do uso adequado dos equipamentos de proteção individual (EPI) e coletiva (EPC). De acordo com Barbosa & Figueiredo (2015), ao utilizar corretamente esses equipamentos, há uma melhoria na qualidade de vida dos operários, além de contribuir para a prevenção de acidentes, o que impacta positivamente na produtividade.

Barbosa & Figueiredo (2015) revelam que o descumprimento das normas e procedimentos de trabalho é a principal causa de acidentes no Brasil. Eles enfatizam que o uso adequado dos equipamentos de proteção individual (EPI) e coletiva (EPC) vai além do treinamento, pois depende do próprio operário e da conscientização sobre a importância da utilização correta desses dispositivos de segurança. Os autores destacam que diversos materiais utilizados, no interior das obras, são produtos químicos, como cimento, cal, tintas, pastas, argamassas, colas e selantes. Esses materiais apresentam riscos significativos para os operários, podendo causar intoxicação respiratória, ferimentos, queimaduras, dermatites e outras complicações quando há contato com a pele, olhos, nariz, boca e outras partes expostas.

Dessa forma, é fundamental adotar medidas de proteção adequadas, como o uso dos EPIs apropriados para cada atividade, a fim de minimizar os riscos associados aos produtos químicos presentes nas obras. O uso de luvas, óculos de proteção, máscaras respiratórias e vestimentas adequadas são exemplos de medidas essenciais para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores (BARBOSA; FIGUEIREDO, 2015).

De acordo com a Norma Regulamentadora 6, estabelecida pela Portaria nº 3.214 de 8/06/1978, os EPIs são dispositivos de uso individual, de fabricação nacional ou estrangeira, destinados a proteger a saúde e a integridade física do trabalhador. Essa norma determina que a empresa é obrigada a fornecer gratuitamente aos empregados o EPI adequado ao tipo de risco, em perfeito estado de conservação.

Barbosa & Figueiredo (2015) destacam que o Equipamento de Proteção Coletiva (EPC) é um equipamento de uso coletivo destinado a evitar acidentes e doenças ocupacionais, visando preservar a integridade física e a saúde dos trabalhadores. Diferentemente do EPI, o EPC é voltado para a proteção de um grupo de trabalhadores em determinado ambiente ou situação.

Segundo os autores, o uso de EPC tende a ser mais eficiente do que o uso de EPI, além de não causar incômodos ao trabalhador. Quando possível, é recomendado optar pelo EPC em vez do EPI, uma vez que essa escolha pode representar uma economia a longo prazo e evitar desgastes entre a direção e os funcionários devido à imposição do uso do EPI.

A Figura 2 apresenta um trabalhador usando todos os equipamentos de proteção individual, descritos na NR 6 para realizar um trabalho em altura.



Figura 2 - EPI's. Fonte: Barbosa & Figueiredo, 2015.

O trabalho em altura apresenta riscos significativos para os trabalhadores, podendo resultar em ferimentos graves ou até mesmo fatalidades. É fundamental que haja uma atenção redobrada e medidas de segurança adequadas durante a realização dessas atividades.

A Norma Regulamentadora 35 (NR-35), estabelecida pela Portaria nº 313, de 27/03/2012, tem como objetivo garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que realizam atividades em altura. Ela estabelece requisitos mínimos e medidas de proteção que devem ser adotados para prevenir acidentes e assegurar a integridade física dos profissionais envolvidos nessas tarefas.

Considerando a relevância das questões de segurança e o contexto específico da reforma do telhado do 15º Batalhão de Polícia Militar (BPM), faz-se necessário estabelecer uma metodologia adequada para a execução dos trabalhos. Nesta seção, será apresentada a metodologia adotada.

METODOLOGIA

O estudo de caso foi realizado no 15º BPM, localizado na R. Pedro Corrêa, 273 - Centro, Duque de Caxias - RJ, 25020-160, próximo ao Prezunic, a 15 minutos do centro comercial, com uma grande quantidade de supermercados, estacionamentos e restaurantes próximos.

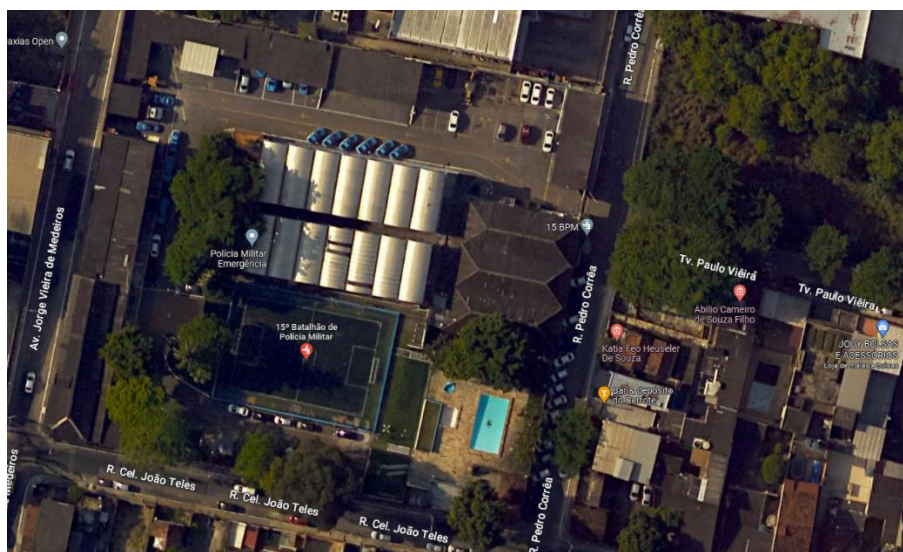


FIGURA 3 - Imagem via satélite do local onde a reforma foi realizada Fonte: Google, 2023.

A metodologia adotada para a reforma do telhado do 15º Batalhão de Polícia Militar foi planejada de forma a garantir a segurança dos trabalhadores e a eficiência na execução das atividades. Inicialmente, todos os operários receberam os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários, tais como capacete, luva, óculos de proteção, cinto de paraquedista, talabarte em Y, máscara respiradora, entre outros. Além disso, foi montado um andaime para facilitar a retirada das telhas antigas.

O telhado em questão possui as dimensões de 26 metros de largura por 28 metros de comprimento, com altura de 2,85 metros e uma inclinação de 65%, totalizando uma área de 967,68m². Para a realização da reforma, o telhado foi dividido em três partes de 8,67 metros por 28 metros cada.

O planejamento estabelecido pelos engenheiros previa a execução de cada parte do telhado em aproximadamente duas semanas. Uma equipe composta por cinco pessoas foi designada para o trabalho, sendo dois carpinteiros e três ajudantes, todos devidamente treinados e com experiência em trabalhos em altura, de acordo com as diretrizes estabelecidas na Norma Regulamentadora 35 (NR 35).

Após a chegada dos materiais necessários e do maquinário, incluindo um traçador, martelo e lixadeira, a reforma teve início. Além das atividades relacionadas à substituição das telhas, foi realizado o tratamento da madeira presente na estrutura do telhado. Para essa etapa, foi utilizado um pulverizador de alta pressão com capacidade de 2 litros.

É importante ressaltar que o prédio principal do 15º BPM é antigo e passou por diversas reformas ao longo dos anos. Originalmente projetado como uma fábrica de vidro, o telhado foi modificado, substituindo as telhas cerâmicas de 40x23cm por telhas de amianto de 244x110cm e 4mm de espessura. Posteriormente, uma nova reforma substituiu parte das telhas de amianto por telhas de fibrocimento de 244x110cm e 6mm de espessura.

Na Figura 4 é possível observar o telhado antes da reforma. Pode-se notar algumas telhas que foram substituídas recentemente e que tem um acúmulo de telhas antigas, pedaços de telhas feitos de emenda e falta de cumeeiras na parte superior do telhado



FIGURA 4 - Telhado antes da reforma Fonte: Autor, 2022.

Para garantir a segurança durante todo o processo da reforma do telhado, foram adotadas medidas específicas. Devido à presença de cupins que comprometeram parte da estrutura de madeira, foi necessário realizar o reforço da estrutura com a instalação de pilares adicionais. Esses pilares foram estrategicamente posicionados para garantir a resistência e estabilidade do telhado. Uma outra parte do telhado não foi afetada por cupins, pois foi feito originalmente com a madeira maçaranduba⁷, que é conhecida por sua rigidez e resistência a ações do tempo.

Considerando que os operários precisavam transitar pelo telhado durante toda a execução da reforma, foram tomadas precauções adicionais para prevenir quedas e assegurar a segurança. Uma corda de segurança de 12mm foi utilizada, e um nó corrente foi feito para garantir a resistência. Por meio do auxílio de andaimes, os trabalhadores puderam alcançar os pontos mais altos da estrutura de madeira, onde uma linha de vida foi firmemente amarrada no ponto mais alto e no ponto mais baixo do telhado. Dessa forma, em caso de queda, a pessoa ficaria suspensa e protegida.

Todos os cinco operários que trabalhavam no telhado foram equipados com cintos de paraquedista de quatro pontos e talabartes em Y. Eles receberam instruções para sempre manter pelo menos um gancho preso à linha de vida ao se moverem, e quando precisassem ficar parados, deveriam manter os dois ganchos presos à linha de vida. Essas medidas adicionais de segurança garantiam a estabilidade e preveniam quedas no telhado.

Para facilitar a movimentação sobre o telhado, também foi utilizado uma tábua com sarrafos dispostos horizontalmente. Essa medida ajudou a distribuir o peso dos trabalhadores e reduziu a dependência exclusiva da resistência dos caibros e ripas.

Acesso às partes laterais do telhado foi feito pela lateral do prédio, que apresentava uma altura maior, aproximadamente 2,1 metros em relação ao telhado. Um andaime foi montado na parte externa do pavilhão principal do batalhão, visando permitir o acesso e a remoção da primeira telha, facilitando assim a remoção do restante das telhas.

Além disso, outro andaime foi montado no sótão e no corredor principal, localizados na parte interna do prédio, a fim de facilitar a retirada das telhas. Vale ressaltar que a área do corredor principal representava um desafio maior devido à falta de laje, resultando em uma queda livre de

⁷ A árvore maçaranduba é bastante conhecida dentro da construção civil, principalmente devido à sua durabilidade. Trata-se de uma árvore comumente encontrada na região Norte. Possui coloração rosada e sua madeira é bastante forte e resistente.

aproximadamente 6,5 metros de altura. Portanto, medidas de segurança adicionais foram adotadas nessa área para garantir a integridade física dos trabalhadores.

Durante o processo de destelhamento, foi observado que uma parte considerável dos caibros e ripas estava frágil devido às ações dos cupins. Infelizmente, durante o processo de retirada das telhas, alguns caibros e ripas acabaram quebrando. Esses danos foram reparados durante a reforma, garantindo a substituição adequada das estruturas comprometidas e a segurança geral do telhado.



Figura 5 - Estrutura do telhado após o destelhamento Fonte: Autor, 2022.

A Figura 5 mostra a estrutura do telhado logo após o processo de destelhamento. É possível observar que a trama foi montada para a instalação de telhas coloniais, utilizando caibros e ripas. O espaçamento entre os caibros é de 40cm, e mesmo após as reformas anteriores, a posição das ripas não foi alterada.

Durante a reforma do telhado, foi realizada uma alteração na estrutura, aumentando o espaçamento entre as ripas de suporte. O distanciamento entre as ripas foi ampliado para 80cm, estabelecendo que cada telha teria três peças de madeira apoiadas verticalmente.

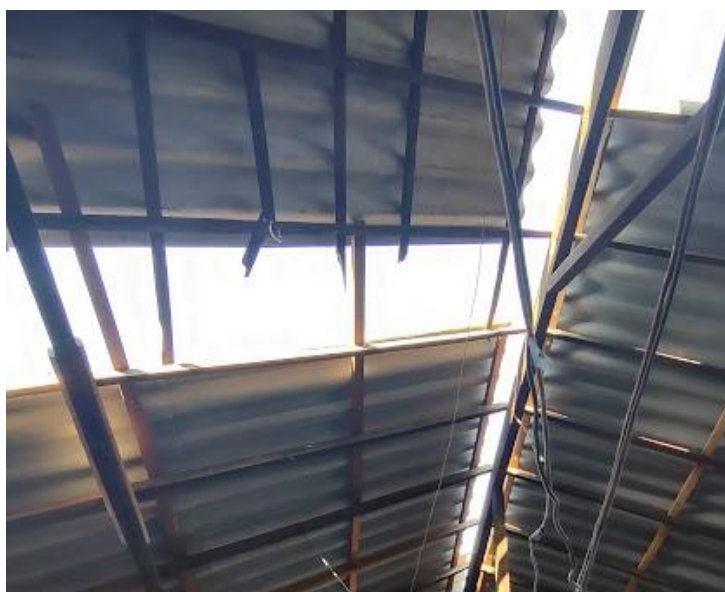


Figura 6 - Espaçamento das ripas Fonte: Autor, 2022.

Na Figura 6 é possível observar a diferença entre a estrutura do telhado antes e após a reforma. Antes da reforma, o espaçamento entre as ripas era de 20cm, e na Figura é possível notar uma ripa quebrada, indicando que essa peça estava solta.

Ainda na obra, destaca-se que, devido à resistência e rigidez da estrutura principal do telhado feita com maçaranduba, como terças, tesouras e vigas, não foi necessária a substituição dessas peças durante a reforma. Apenas os caibros e ripas apresentavam problemas, principalmente causados pela ação dos cupins. Os cupins conseguiram roer superficialmente algumas partes da madeira, mas não causaram danos significativos devido à resistência da maçaranduba.

Para tratar a estrutura do telhado e prevenir a ação dos cupins, foi utilizado o produto *Jimo Cupim*⁸. Esse produto foi aplicado em toda a estrutura do telhado, que não foi removida, utilizando um borrifador de jardim. Em algumas áreas, o produto foi aplicado com um pincel. De acordo com as instruções do produto, sua eficácia contra cupins dura até 8 semanas, desde que o local não seja lavado.

Durante a substituição dos caibros e ripas, foram utilizados caibros de maçaranduba como material de substituição. Apesar de terem uma seção maior do que a ripa, a carga da estrutura foi reduzida devido ao aumento do espaçamento entre as ripas. Os caibros, que tinham apenas 3 metros de comprimento, foram cortados em um ângulo de 45º na ponta para garantir a continuidade das peças e fixados na terça com pregos. É importante ressaltar que essas peças não ficam em balanço, mas sim apoiadas na terça, proporcionando estabilidade e sustentação adequadas ao telhado, como mostra a Figura 7.

⁸ *JIMO Cupim* é um inseticida pronto para uso eficaz contra cupins e brocas, desenvolvido para o tratamento preventivo e curativo da madeira seca em ambientes internos e externos.



Figura 7 - Caibros novos Fonte: Autor, 2022.

Antes da reforma, o telhado apresentava vários vazamentos que causavam infiltrações nas salas do batalhão. Esses vazamentos eram resultado de má execução do telhado antigo, com telhas com furos em locais onde não havia parafusos e telhas parafusadas sem vedação adequada. Além disso, a calha existente no telhado, com uma largura de 60 cm, não era capaz de suportar a vazão da chuva, o que contribuía para a entrada de água nas salas.

Para calcular a vazão da água do telhado, utilizou-se a NBR 10.844, que define os cálculos de calha para superfícies inclinadas, e também se considerou a intensidade pluviométrica para a região, de acordo com dados do Jardim Botânico em São João de Meriti, que é o local mais próximo ao batalhão. Segundo a norma, a intensidade pluviométrica para essa região, com um período de retorno de até 25 anos, é de 227 mm/h por m².

Considerando as dimensões do telhado (largura = 4,335 m, altura = 2,85 m e comprimento = 28 m) e utilizando a fórmula fornecida pela norma, calculou-se a área do telhado, que resultou em: $(4,335 + 2,85/2) \times 28 = 161,28 \text{ m}^2$.

Em seguida, calculou-se a vazão do telhado utilizando a fórmula $Q = (I * A) / 60$, onde Q representa a vazão, I é a intensidade pluviométrica e A é a área do telhado. O resultado foi: $Q = 227 * 161,28 / 60 = 610,176 \text{ L/min}$.

É importante ressaltar que essa vazão se refere apenas a uma água do telhado, considerando que cada calha desaguava duas águas. Portanto, a vazão em cada calha é: $609,6 \text{ L/min} * 2 = 1.220 \text{ L/min}$. De acordo com a tabela fornecida pela norma, o diâmetro mínimo da calha para suportar uma chuva dessa magnitude é de 200 mm, e os buzinotes devem ter no mínimo 100 mm de diâmetro.



Figura 8 - Tamanho da calha antiga. Fonte: Autor, 2022.

É possível observar na Figura 8 que o tamanho da calha atende aos requisitos mínimos da norma e ainda assim estava transbordando em chuvas intensas, devido a isso foi feito um aumento no diâmetro do da calha, aumento na quantidade de buzinos e aumento no diâmetro dos buzinos para 150mm, também foi feito um aumento na quantidade de buzinos no telhado, havia apenas dois buzinos por calha e foram adicionados mais três buzinos, totalizando um número final de cinco buzinos em cada calha, assim atendendo a norma e evitando que a água transborde novamente.



Figura 9 - Posicionamento da nova calha. Fonte: Autor, 2022.

A Figura 9 mostra a primeira parte do telhado concluída, a segunda parte sendo finalizada restando apenas as cumeeiras e espigões serem posicionados, e a terceira parte no canto direito após a remoção das telhas. A instalação da nova calha só poderia ser realizada quando as duas águas interiores do telhado estivessem sem telhas. Isso foi necessário para permitir a troca da primeira parte das madeiras, que seriam fixadas na estrutura de apoio.

A área do sótão do batalhão, que costumava ser utilizada como espaço para arquivos da polícia, apresentava uma situação crítica em relação à estrutura de madeira. Especificamente, as pontas das vigas de madeira que estavam apoiadas na viga de concreto do batalhão estavam deterioradas devido ao apodrecimento. Para garantir a segurança e estabilidade dessa área, foram

realizadas medidas de reforço estrutural. Foram construídos três pilares de suporte, que foram posicionados de forma estratégica nas vigas comprometidas.

Para garantir a segurança da estrutura no sótão do batalhão, foi estabelecido que pilares seriam construídos para apoiar as vigas de madeira comprometidas. O engenheiro responsável pela reforma dimensionou as vigas para suportar a carga necessária e definiu que os pilares teriam dimensões de 25x25 centímetros.

Para a confecção do concreto utilizado na obra, foi adotado o método de mistura na masseira. O engenheiro estabeleceu a proporção de materiais a serem utilizados para obter uma medida consistente. Essa proporção incluiu um saco de 50 kg cimento (um carrinho), um carrinho e meio de areia e três carrinhos de brita (traço = 1:1,5:3). No entanto, a dosagem ideal de água para a mistura do concreto (relação água/cimento) variou de acordo com a massa, levando em consideração a umidade da areia utilizada.

A Figura 10 mostra o pilar concluído, que ficou encostado na viga de madeira, pois como é apenas um pilar de suporte, ele irá trabalhar no momento fletor da viga, apoiando caso necessário e garantindo a resistência.



Figura 10: Pilar de suporte concluído. Fonte: Autor, 2022.

RESULTADOS

Após a realização da reforma do telhado, foram obtidos os seguintes resultados:

a. **madeiramento** - O novo espaçamento entre as ripas foi estabelecido com base no tamanho das telhas e seguiu a largura da calha de 1,20 metros. Foi feita a substituição das ripas antigas por ripas de 6 mm de espessura, proporcionando uma estrutura mais adequada para a fixação das telhas.

b. instalação da nova calha e buzinotes - Após a conclusão do madeiramento, foi realizada a instalação da nova calha de 1,20 metros de largura, juntamente com os buzinotes necessários. Essa nova calha permitiu uma melhor captação da água do telhado, evitando vazamentos e infiltrações nas salas do batalhão.

c. colocação das novas telhas - O processo de telhamento foi iniciado na parte inferior e progrediu em direção à parte superior em todos os lados do telhado. Para garantir o alinhamento correto das telhas e evitar falhas, foram utilizados pregos de aço e linha de nylon durante a fixação.

d. utilização de pequenos pedaços de 30 cm - Devido à altura imprecisa do telhado e à nova posição das telhas, foi necessário utilizar pequenos pedaços de 30 cm na parte superior para prevenir pontos de vazamento. Essa medida garantiu uma cobertura uniforme e eficiente, mesmo diante das irregularidades do telhado.

e. descarte adequado das telhas antigas - As telhas antigas removidas durante a reforma, incluindo as de amianto, foram descartadas corretamente por meio de uma empresa de entulhos. Para o manuseio das telhas de amianto, foram distribuídas máscaras respiratórias aos trabalhadores e a área foi isolada para evitar o tráfego de pessoas durante o transporte das telhas até a caçamba destinada ao descarte.

Essas medidas adotadas, durante a reforma do telhado, garantiram não apenas a eficiência e segurança da estrutura, mas também o cumprimento das normas ambientais para o descarte adequado de materiais, como as telhas de amianto. A preocupação com a segurança dos trabalhadores e a proteção do meio ambiente foram aspectos essenciais durante todo o processo de reforma do telhado do 15º BPM.



Figura 11: Telhado finalizado Fonte: Autor, 2022.

Na Figura 11 é possível observar o telhado após a sua finalização, com as cumeeiras, espigões e cumeeiras de canto instaladas, as telhas foram instaladas com parafusos de telha com vedação.

CONCLUSÃO

Ao concluir o estudo de caso da reforma do telhado do 15º BPM, fica evidente que a solução adotada trouxe melhorias significativas ao ambiente de trabalho e à estrutura do local. Através do desenvolvimento de soluções eficientes, juntamente com a colaboração de todos os envolvidos, foi possível superar os problemas enfrentados anteriormente.

A empresa responsável pela obra seguiu rigorosamente o escopo estabelecido, garantindo a qualidade do serviço prestado. A presença de fiscalização durante todo o processo assegurou que a execução fosse feita de acordo com as normas e padrões estabelecidos. O autor deste estudo também acompanhou de perto a reforma, garantindo que todos os trabalhadores utilizassem corretamente seus EPIs e verificando constantemente o uso da linha de vida.

Destaca-se que todos os funcionários receberam treinamento prévio sobre a NR 35, relacionada ao trabalho em altura, e foram instruídos por profissionais capacitados antes de realizar qualquer atividade em locais elevados. Essas medidas de segurança foram fundamentais para prevenir acidentes durante toda a reforma.

Dentre as melhorias implementadas, todas as telhas antigas foram substituídas por telhas de 6 mm de espessura, proporcionando maior resistência e durabilidade ao telhado. A calha também foi ampliada de 60 cm para 1,20 metros, acompanhando as necessidades de vazão da água durante as chuvas. Além disso, a quantidade de buzinotes foi aumentada para garantir um melhor escoamento da água pluvial.

A instalação adequada do contravento, por meio da fixação de parafusos nas cristas das telhas, foi uma medida importante para aumentar a resistência do telhado a fortes ventos. Todos os operários receberam os EPIs necessários, como capacetes, luvas, botas, cinto de paraquedista, talabarte em Y e óculos escuros, garantindo sua segurança durante todo o processo.

É relevante ressaltar que não ocorreram acidentes durante a reforma, graças à cautela adotada em todas as etapas e ao isolamento da área de trabalho para evitar possíveis ferimentos. Durante a colocação das telhas, é fundamental ter atenção e realizar a marcação correta dos pontos de fixação dos parafusos, a fim de evitar furos inadequados que possam causar infiltrações e comprometer o alinhamento das telhas.

Dessa forma, a reforma do telhado do 15º BPM foi concluída com sucesso, resultando em um ambiente de trabalho mais seguro, protegido e livre de vazamentos. A atenção aos detalhes, o comprometimento com a segurança e a qualidade do serviço prestado foram fundamentais para alcançar os resultados desejados. A reforma não apenas solucionou os problemas estruturais, mas também proporcionou um local mais adequado e confortável para as atividades desenvolvidas pelos profissionais do batalhão.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, A. C. X & FIGUEIREDO, P. R. **A Importância do uso do EPI e EPC em uma obra pertencente a uma empresa da construção civil de nome fictício xyz**. Monografia. UNIGRARIO. Duque de Caxias. 2015.

CARDOSO, F. F.; OLIVEIRA, L. A. de; MARTINS, M. G. **Coberturas em telhados**. São Paulo, 2000. Notas de aula da disciplina Tecnologia da Construção de Edifícios II.

FLACH, S. R. **Estrutura para telhados: Análise técnica de soluções**. Monografia. Universidade Federal do Rio grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

GOMES, S. I. M. **Estudo e Análise de treliças**, Instituto politécnico de Lisboa, 2016.

GOOGLE. (2023). **Google Maps [Software]**. Disponível em: <https://www.google.com/maps>. Acesso em: 25 de março de 2023.

IPTSP. Divisão de edificações. Cobertura com estrutura de madeira e telhados com telhas cerâmicas: manual de execução. São Paulo: IPT; Sinduscon-SP, 1988.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 06 – Equipamento de Proteção Individual – EPI. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2022

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 35 – Trabalho em Altura. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2019.

RODRIGUES, E. Técnicas das Construções: Cobertura. Rio de Janeiro: UFRRJ, 2006.

YAZIGI, W. A técnica de edificar. 10ª ed. São Paulo: Pini: SindusCon, 2009.

TÉCNICA DE CONSOLIDAÇÃO PROFUNDA RADIAL. ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DA TÉCNICA EXECUTADA NAS VIAS DE ACESSO AO BAIRRO PONTAL OCEÂNICO NO RECREIO DOS BANDEIRANTES –RJ

Macedo K. K.¹; Souza G. L. A.²; Pires G. D.²

¹ Aluno Engenharia Civil do Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu – RJ

^{2,3} Docentes Engenharia Civil do Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu – RJ

180026522@aluno.unig.edu.br, 0166002@professo.unig.edu.br,
engenhariacivil.campus1@coordenacao.unig.edu.br

Resumo - Este presente trabalho dispõe de um estudo sobre a técnica utilizada para melhoramento do solo mole. Conhecida como Consolidação Profunda Radial (CPR). O CPR Grouting é uma técnica de aprimoramento de solos moles que atua geoenrijecimento, onde é instalado drenos verticais pré-fabricados (DVPs) e decorrente formação de colunas mediante a injeção de argamassa, no interior deste solo mole é elevada a altas pressões, pretendendo acelerar o desenvolvimento do adensamento do solo mole. Consiste na consolidação do solo via expansão de cavidades, pela cravação de geodrenos, seguindo-se da formação verticais de bulbos de geogROUT, que comprimem o solo mole em direção aos geodrenos, explorando ao máximo sua compressibilidade, simultaneamente em que as deformações e tensões obtidas são monitoradas, obtendo-se significativo aumentos rigidez e resistência. O presente estudo é baseado na aplicação de CPR Grouting no Pontal Oceânico sendo um sub-bairro nobre planejado, localizado no Recreio dos Bandeirantes, na Zona Oeste do Rio de Janeiro. O trecho em estudo apresenta uma área de 3.480 m², com altura de aterro de 1,63 m, e espessura de solo mole da ordem de 10,0 m. Com isso houve a grande necessidade de analisar soluções geotécnicas para implantação de terreno da via urbana a curto e médio prazo. A técnica de CPR Grouting foi executada em toda dimensão do trecho.

(Palavras-chave: Solos Moles, CPR Grouting, Geodrenos.)

Abstract - This present work presents a study on the technique used for soft soil improvement. Known as Deep Radial Consolidation (CPR). CPR Grouting is a technique for improving soft soils that uses geostiffening, where prefabricated vertical drains (DVPs) are installed and the resulting formation of columns through the injection of mortar, inside this soft soil it is raised to high pressures, intending to accelerate the development of soft soil consolidation. It consists of soil consolidation via expansion of cavities, by driving geodrains, followed by the vertical formation of geogROUT bulbs, which compress the soft soil towards the geodrains, exploiting its compressibility to the maximum, simultaneously in which the deformations and tensions obtained are monitored, obtaining significant increases in rigidity and strength. The present study is based on the application of CPR Grouting in Pontal Oceânico being a planned noble sub-neighborhood, located in Recreio dos Bandeirantes, in the West Zone of Rio de Janeiro. The stretch under study has an area of 3,480 m², with an embankment height of 1.63 m, and soft soil thickness of around 10.0 m. As a result, there was a great need to analyze geotechnical solutions for the implementation of urban road terrain in the short and medium term. The CPR Grouting technique was performed in every dimension of the section.

(Keywords: *Soft Soils, CPR Grouting, Geodrains.*)

1. Introdução

Nos últimos anos o Brasil tem tido uma demanda crescente por realizar construções civis, em contrapartida, é encontrada uma grande ausência de subsolos que haja boa qualidade nas cercanias das cidades, restando poucas alternativas como ocupar áreas que antes eram impróprias para receber e suportar construções. Os depósitos de argilas moles eram evitados por apresentar um potencial de carga baixa, pouca resistência e alta compressibilidade nos subsolos. Ao longo de toda costa brasileira são encontrados estes materiais usualmente denominados solos moles.

As obras realizadas sobre essa espécie de solo podem ocasionar certo tipo de problema. A inexistência de um controle geotécnico pode provocar excessivos recalques ou ruptura dos aterros que são realizados nestes solos compressíveis. Esta conjuntura acaba ocasionando o crescimento do prazo construtivo da obra, além da redução de recursos financeiros. Na execução desses aterros sobrepostos nesses solos são aplicados métodos para enfrentar o problema de eventualidade que pode decorrer deste solo, tendo como finalidade reduzir e/ou acelerar a magnitude das deformações do aterro e evitar rupturas.

Por causa da baixa resistência e à alta compressibilidade das camadas compressíveis destes solos, os processos standardizados de construção de aterros sobre estes solos argilosos (aterro com carga excessiva temporária e aterros com drenos verticais) demandam de um intervalo para que assim decorra o adensamento, por este motivo essas técnicas requerem de períodos construtivos maiores e sejam de utilização limitada.

A Consolidação Profunda Radial é uma metodologia atual de melhoria de solos moles, fundamentada na teoria de adensamento que foi desenvolvida e patenteada pela empresa Engegraut. O resultado obtido é o adensamento do solo, que devido ao procedimento de confinamento ganha resistência, aumenta sua rigidez e, por sequência haja a diminuição dos recalques.

2. Material e Métodos

O estudo de caso foi realizado na obra do bairro Pontal Oceânico, situado na Avenida das Américas, localizado no Recreio dos Bandeirantes, CEP: 22790-883 do estado do Rio de Janeiro. (Figura 1). No qual foi executada a técnica de CPR Grouting pela empresa Engegraut, a empresa que patenteou a técnica.

Nesta obra, dentre as técnicas de tratamento de solos moles, o CPR Grouting, foi a que ofereceu melhor prazo executivo aliado ao baixo custo relativo, todo processo construtivo baseia-se na redução/eliminação da compressibilidade do solo mole, atendendo totalmente aos parâmetros de sustentabilidade ambiental. A área em estudo apresenta espessuras médias de solo mole, que determina a necessidade de busca de soluções geotécnicas para execução e implantação do aterro a curto e médio prazo.

O trecho em estudo apresenta uma área de 3.480 m², com altura de aterro de 1,63 m, e espessura de solo mole da ordem de 10,0 m. A solução consistiu na aplicação de CPR, com espaçamentos de bulbos de 3,0 m, e instalação de geodrenos em malha triangular com espaçamento de 1,5 m.

A profundidade média de tratamento foi de 10,0 m. A área em estudo obteve um prazo de liberação de 10 meses, sendo executado drenos fibroquímicos como solução das vias urbanas e CPR como solução dos Canais/Galerias. De forma a minimizar o problema de recalques excessivos, foi

adotada a técnica de CPR Grouting, com o objetivo de reduzir os recalques a valores menores que 60 mm. Para avaliar a qualidade do tratamento, durante execução do CPR Grouting, foi realizado o monitoramento com placas de recalque, na fase pós-CPR junho/2015 a maio/2016.



Figura 1. Indicação da localização das vias de acesso e local onde foi realizado os estudos (Fonte Geoinfra, 2015).

O CPR Grouting explora a principal característica deste tipo de solo, sendo assim a única técnica de tratamento de solo mole que explora sua compressibilidade com singularidades: as tensões radiais são utilizadas para comprimir, confinar e adensar o solo saturado em direção aos geodrenos. As tensões idealizadas por um dos métodos da teoria de expansão de cavidades, são dimensionadas com o emprego de programação de elementos finitos, capazes de idealizar grandes deformações volumétricas, associadas a um intenso processo drenante e complexas alterações nas poropressões, promovendo processo de adensamento acelerado, com base na teoria da consolidação tridimensional. A Figura a seguir apresenta o trecho tratado com CPR Grouting.

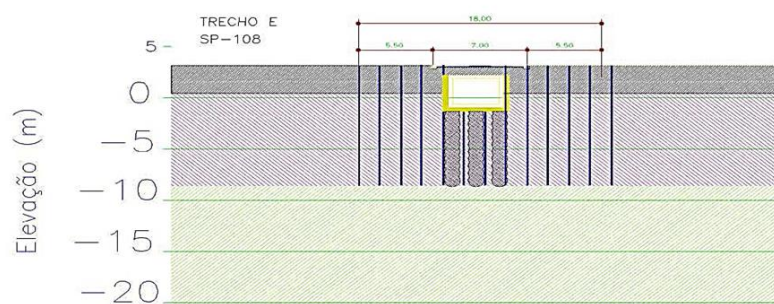


Figura 2. Seção transversal do trecho tratado (Fonte: Geoinfra, 2015)

O CPR Grouting é uma técnica que visa tratar os solos moles, desenvolvida e patenteada pela empresa Engegraut, que constitui no bombeamento de argamassa no interior da camada de solo mole.

A execução do CPR Grouting consistiu na instalação dos drenos verticais, na preparação de argamassa e no bombeamento da argamassa para o interior do solo mole.

A injeção de argamassa sob alta pressão faz com que se formem bulbos de pressão verticais comprimindo o solo lateralmente, ocasionando deslocamentos no entorno do bulbo. O volume dos bulbos varia de 800 a 1.000 litros e as pressões de injeção de 100 kPa a 1.000 kPa, reduzindo à medida que se aproxima da superfície do terreno.

Os critérios de paralisação consistiram no alcance do volume máximo de argamassa bombeada ou no alcance da máxima pressão de injeção. Outro critério de parada do bombeamento é o levantamento superficial do terro ao redor do ponto de injeção, que ocorre devido a um plano de ruptura acima do bulbo. Inicialmente no processo de execução há um aumento da poropressão. A partir do processo de adensamento do solo, ocorre a percolação da água em direção aos drenos instalados anteriormente. À medida que a água é expulsa pelos drenos, obtém o processo gradual de transferência de carga, aumentando a tensão efetiva do solo.

Esse crescimento de tensão gerado no solo pela compressão de argamassa verticais, diminui o índice de vazios da camada compressível e ocorre o aumento de resistência do solo. Atingir essa melhoria resulta em uma significativa diminuição da magnitude dos recalques.

O CPR foi executado em uma região de solo mole, de instância removemos a vegetação pois futuramente pode ocasionar problemas. Nisso é preciso que haja tráfego por essa região, sendo feito um aterro de conquista, feito por colocação de geotêxtil sendo colocado sobre o aterro, ao chegar à capa de 0,60 a 0,80 cm há condições de trafegar com os equipamentos que são de esteira distribuindo a carga assim lançando pouca carga nesse solo.

A partir desse ponto que há o aterro de conquista, foi realizado o pré-furo com a máquina de pré-furo independente de ser nessa região onde foi feito o aterro de pré-carga ou em uma região que já possua aterro existente. O equipamento faz uma abertura desse aterro de conquista até atingirmos o solo mole. Quando atingirmos o solo mole é feito a cravação dos geodrenos fibroquímicos com o caminhão esteira e a faca apropriada contendo o fibroquímico dentro dela cravando até a região desejada, quando a faca é retirada o geodreno fica no solo, assim que retirada do solo é cortada e cravado os geodrenos fibroquímicos.

Após a cravação dos geodrenos fibroquímicos nos pontos das verticais de compressão é descido um tubo de 3 polegadas, dessa forma iniciando o bombeamento fazendo a compressão desse solo.

Obtendo a dissipação da poropressão, ou seja, a saída d'água por cima do geodreno, expulsando a água, aumentando a rigidez desse solo e aumentando a densidade desse solo e a capacidade de carga. Por seguinte foi realizado os ensaios de comprovação. Utilizamos o manômetro para ver a tensão de projeto, a caçamba onde cada pistonada são 50 litros de material por pistonada, onde na tensão de deformação é bombeado assim fazendo a compressão desse solo. Figura 3: Técnica de geoenrijecimento



Fonte: Pontal Oceânico (Concremat 2016)

A Figura 3 apresenta o enrijecimento do solo compressível por meio da técnica de CPR Grouting no Pontal Oceânico. As verticais de adensamento são executadas dentro de uma malha de geodrenos previamente cravados, para acelerar o adensamento do solo mole

Foram realizadas as instrumentações geotécnicas para distinguir diferenças no comportamento dos solos, o monitoramento do aterro executado foi realizado por uma sucessão de instrumentos geotécnicos instalados no solo.

As instrumentações foram utilizadas para prever o comportamento dos solos, e a antecipação para realizar decisões que minimizam gastos e recursos que sejam desperdiçados. Sobre os ensaios e as instrumentações de monitoramento estes conduzidos no local, conclui-se que, com o monitoramento este realizado pelo piezômetro de corda vibrante foi possível verificar a dissipação da poropressão.

Os piezômetros Casagrande foram instalados com a finalidade de monitorar as poropressões na camada drenante. O monitoramento com o inclinômetro possibilitou a verificação de um possível deslocamento horizontal podendo deteriorar estruturas próximas.

As Placas de recalque foram instaladas em todos os trechos da via, de forma a monitorar os recalques ao longo do tempo, bem como as velocidades que o mesmo se desenvolve, tendo em vista a importância da análise de recalques em projetos de aterro, serão analisados e discutido o comportamento das placas de recalque.

O projeto de instrumentação geotécnica estabeleceu a necessidade da realização de monitoramento da ilha de instrumentação denominada. Além dos instrumentos em projeto, foram instalados instrumentos adicionais por solicitação da fiscalização.

3. Resultados

Foram realizadas duas campanhas de instrumentação, a primeira realizada pela Engegraut, sendo está a executora dos CPR e a outra pela empresa Concremat, que realizou o monitoramento de todo empreendimento. A primeira campanha foi instalada duas placas de recalque a PR E1, instalada com a cota inicial de 2,848 em 17/06 e a leitura da cota final realizada em 02/09, obteve-se o valor de 2,795,

ou seja, observou-se um deslocamento de 53mm. Já na segunda placa PR E2, a leitura da cota inicial foi de 2,653, e a leitura final apresentou o valor de 2,618. Logo, esta placa apresentou um deslocamento de 35mm.

Na segunda campanha realizada pela Concremat foram instaladas 8 placas de recalque, no entanto duas placas foram danificadas. A primeira leitura foi realizada em 05/06 e a última 06/09. O deslocamento mínimo foi obtido na placa E41 de 20,9mm e o deslocamento máximo foi encontrado na E24 com 61,9mm. É voltada a atenção para a magnitude do deslocamento máximo, logo observou-se que houve uma escavação próxima, o que provavelmente ocasionou interferência nas leituras.

Outro trecho que foi realizado o CPR foram instalados diversos instrumentos para a verificação do aterro. O piezômetro de Casagrande observou-se notórias de carga piezométricas entre 105 e 115 Kpa. Já piezômetros elétricos mostraram-se valores constantes e iguais a 30Kpa. É interessante ressaltar que houve uma interrupção da leitura uma vez que a execução dos bulbos do CPR danificou os instrumentos. Os inclinômetros instalados apresentou um deslocamento resultante de 700mm, porém sua leitura foi paralisada a 13,5m.

4. Conclusão

O presente trabalho analisou o comportamento do aterro executado a partir de resultados de instrumentação geotécnica. O aterro foi executado sobre solo mole com drenos fibroquímicos e tratado com a técnica de consolidação profunda radial (CPR Grouting).

Na leitura da instrumentação foi observado deslocamentos gerados no solo, apresentado nas placas de recalques, os deslocamentos de grande magnitude foram provocados através de uma interferência nas leituras. As leituras dos piezômetros foram paralisadas pela execução dos bulbos que danificou os instrumentos. Tendo como base a análise dos resultados da instrumentação apresentada pode-se concluir que os aterros em questão apresentam, de maneira geral, comportamento compatível com as previsões de projeto.

Os resultados indicaram uma tendência clara de estabilização dos recalques nos trechos com tratamento de CPR, comprovada pela reduzida velocidade dos recalques. Nos trechos sem tratamento, os recalques ainda apresentam tendência acentuada de acréscimo com o tempo. Dessa forma, permitindo mostrar a eficiência da técnica de consolidação profunda radial CPR Grouting. Observando uma significativa redução dos recalques sobre o solo tratado. Ressalta-se a eficácia da técnica, que permite também, uma aceleração dos recalques com a instalação dos geodrenos.

5. Agradecimentos

6.

O presente trabalho foi realizado através da concessão da empresa Engegraut para realização da pesquisa, mediante 2022, com o da Coordenação do Curso de Engenharia Civil. Em especial o Sr. Joaquim Rodrigues que autorizou o estudo da técnica criada pelo mesmo e patenteada pela sua empresa Engegraut. E a Prof. M. Sc. Eng. Giana Laport que me orientou com excelência e experiência.

7. Referências Bibliográficas

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. [Constituição (1997)]. Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio. [S. l.: s. n.], 2001. Disponível em: https://engenhariacivilfjp.files.wordpress.com/2014/11/spt-metodo_de_ensaio_nbr_6484.pdf.

ALMEIDA, Márcio et al. Aterros sobre solos moles: projeto e desempenho. [S. l.: s. n.], 2014.

BARRETO, Elaine. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA, MINERALÓGICA E MICROMORFOLÓGICA DO SOLO MOLE DO PORTO DE SANTANA, NO AMAPÁ. 2017. Publicação Acadêmica (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO - PUC-RIO, [S. l.], 2017. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/9972/9972_3.PDF.

CARVALHO, César. PIEZÔMETRO DE CASAGRANDE. PIEZÔMETRO DE CASAGRANDE E SEUS EFEITOS SOBRE UMA BARRAGEM DE TERRA, [s. l.], 30 nov. 2021. Disponível em: <http://192.100.247.84/bitstream/prefix/2256/1/C%c3%a9sar%20Augusto%20de%20Carvalho.pdf>.

CHAVÃO, Amanda. Avaliação da eficiência da técnica de consolidação profunda radial CPR Grouting no tratamento de solos compressíveis. 2015. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, [S. l.], 2015. Disponível em: <http://www.labbas.eng.uerj.br/pgeciv/nova/files/dissertacoes/107.pdf>

CIRONE, Alessandro. CONSIDERAÇÕES SOBRE A MODELAGEM GEOTÉCNICA DO CPR GROUTING. CONSIDERAÇÕES SOBRE A MODELAGEM GEOTÉCNICA DO CPR GROUTING, [S. l.], p. 1-8, 17 maio 2018.

FILHO, Roberto. OBRAS SOBRE SOLOS MOLES E SUAS RESPECTIVAS SOLUÇÕES: UM EXEMPLO PRÁTICO DA OBRA DE UM COMPLEXO DE VACINAS EM SANTA CRUZ, RJ. 2017. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, [S. l.], 2017. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10022278.pdf>.

MANUAL de Execução de Sondagens. [S. l.: s. n.], 1996. Disponível em: https://www.casan.com.br/ckfinder/userfiles/files/Documentos_Download/manual_sondagem.pdf.

MEDINA, Miguel. Interação Solo-Estrutura: Entenda a Torre de Pisa: A Torre de Pisa ou Torre Pendente de Pisa é um dos maiores cartões postais da Europa, muitos turistas quando vão a Itália não podem deixar de tirar a famosa foto segurando a torre. [S. l.], 18 jul. 2019. Disponível em: <https://engm3.com/interacao-solo-estrutura-entenda-a-torre-de-pisa/>.

MELLO, Thame. ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE ATERROS SOBRE SOLOS MOLES REFORÇADOS COM COLUNAS DE BRITA, ESTUDO DE CASO: BR-135/MA. 2019. Dissertação de Mestrado (Mestre em Engenharia Civil e Ambiental) - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA FACULDADE DE TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL, [S. l.], 2019. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/37186>. Acesso em: 17 set. 2022.

PASSINI, Larissa. INSTRUMENTAÇÃO GEOTÉCNICA DE SEÇÃO TESTE EM OBRA INDUSTRIAL SOBRE SOLOS MOLES. 2008. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, [S. l.], 2008. Disponível em: <https://docplayer.com.br/63035360-Instrumentacao-geotecnica-de-secao-teste-em-obra-industrial-sobre-solos-moles.html>.

PENZ, Rodrigo. Desenvolvimento de um inclinômetro com tecnologia MEMS aplicado ao monitoramento de obras geotécnicas. 2013. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade de Passo Fundo, [S. l.], 2014. Disponível em: <http://tede.upf.br/jspui/bitstream/tede/299/1/2013RodrigoSiqueiraPenz.pdf>.

PITOL, Mayara. Construção de um inclinômetro aplicado ao monitoramento de obras geotécnicas. 2017. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade de Passo Fundo, [S. l.], 2017. Disponível em: <http://repositorio.upf.br/bitstream/riupf/1402/1/PF2017Mayara%20Pitol.pdf>

PÓVOA, Luísa. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DE UM DEPÓSITO DE SOLO MOLE EM ÁREA DE BAIXADA LOCALIZADA EM MACAÉ-RJ. 2016. Dissertação de Mestrado (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF, [S. l.], 2016. Disponível em: <https://uenf.br/posgraduacao/engenharia-civil/wp-content/uploads/sites/3/2016/12/Disserta%C3%A7%C3%B5es-de-Mestrado-2016-LUISA-MUYLAERT-DE-MENEZES-P%C3%93VOA.pdf>

PROPRIEDADES E ÍNDICES FÍSICOS DE SOLOS. 2019. Publicação Acadêmica (Graduandos em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Paraná, [S. l.], 2019. Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2020/01/APOSTILA-PROPRIEDADES-E-%C3%8DNDICES-F%C3%8DSICOS-DE-SOLOS.pdf>.

SOLO - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio. [S. l.]: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001. Disponível em: https://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2014/11/spt-metodo_de_ensaio_nbr_6484.pdf.

THÁ, Pedro. ESTUDO DAS CONDIÇÕES DE FLUXO PELA BARRAGEM DE TERRA DA MARGEM ESQUERDA DE ITAIPU. 2007. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO - PUC-RIO, [S. l.], 2007. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/11080/11080_5.PDF.

THÁ, Pedro. ESTUDO DAS CONDIÇÕES DE FLUXO PELA BARRAGEM DE TERRA DA MARGEM ESQUERDA DE ITAIPU. 2007. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO - PUC-RIO, [S. l.], 2007. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/21333/21333_7.PDF