



ENGENHARIAS

2024 - ED.01 - VOL. 08

ISSN - 2525-8567



UNIASSELVI

Maiêutica

Revista



CENTRO UNIVERSITÁRIO LEONARDO DA VINCI

Beco Doutor Pedrinho, 79 - Bairro: Rio Morto

89082262 - Indaial/SC

www.uniasselvi.com.br

REVISTA MAIÊUTICA

ENGENHARIAS
UNIASSELVI 2024

CEO VITRU EDUCAÇÃO

William Victor Kendrick de Matos Silva

VICE-PRESIDENTE OPERAÇÃO EAD UNIASSELVI

Ricardo Grima Fernandes

REITORA DA UNIASSELVI

Neuzi Schotten

**PRÓ-REITOR DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
PRESENCIAL UNIASSELVI**

Adriano Luís Fonseca

**PRÓ-REITORA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO A
DISTÂNCIA UNIASSELVI**

Márcia de Souza

COMISSÃO EDITORIAL

Estelamaris Reif

Gerson Faustino Rosa

Grazielle Jenske

Ivone Fernandes Morcilo Lixa

Kevin Daniel dos Santos Leyser

Liliani Carolini Thiesen

Luis Augusto Ebert

Maria Cecília Miotto

Pedro Sidnei Zanchett

Roseane Leandra Da Rosa

Taíse Ceolin

EDITORES CHEFE

Gerson Faustino Rosa

Luis Augusto Ebert

Pedro Sidnei Zanchett

SUPERVISORES DE PUBLICAÇÃO

Paula Renata dos Santos Ferreira

Eduardo Antunes Anderson

Antonio Eduardo Nicacio

Derick Rantin

Marcelo Sanches Tonolli

REVISÃO

Marcio Kisner

Sarah Mariana Longo Carrenho Cocato

Bruna Da Silva

Carlos Augusto Brito Oliveira

Cristina Maria Costa Wecker

Elias José Lascoski

Dener Kopsch Alves

DIAGRAMAÇÃO E PROJETO GRÁFICO

Diogo Ribeiro Garcia

Arthur Cantareli Silva

Alan Diego Hordina

REVISÃO FINAL

Neuzi Schotten

PUBLICAÇÃO ON-LINE

Propriedade do Centro Universitário
Leonardo da Vinci

CONSELHO EDITORIAL

Giovani Lazzarotti

Giovani Renato Zonta

Giovanni Gueler Dalvi

Lidia Moura

Luis Augusto Ebert

Marcelo Danielski

Rubens Bernardes de Carvalho

COORDENAÇÃO DA REVISTA MAIÊUTICA

Luis Augusto Ebert

EDITOR DA REVISTA MAIÊUTICA

Marcelo Danielski

APRESENTAÇÃO

Caro leitor, dentro de uma nova proposta, a Revista Maiêutica: Engenharias nos presenteia com alguns dos melhores artigos dos professores e acadêmicos de todos os cursos de Engenharia (Ambiental e Sanitária, Civil, de Energia, de Produção, Elétrica e Mecânica) da UNIASSELVI, dentro de uma abordagem interdisciplinar no que tange a todas as áreas correlatas a esses cursos. Aliás, a implementação prática dos conceitos vistos em aula é uma das premissas para a consolidação do conhecimento ao longo das disciplinas. Além do mais, ela contribui para o desenvolvimento de bons trabalhos acadêmicos, cooperando para uma educação empreendedora, criativa e profissional.

Esse é o perfil dos artigos contemplados nesta edição, e que conduzem os alunos à construção de sua própria história, com trabalhos que contribuem para a melhoria de vida dos nossos alunos e dos demais públicos envolvidos direta ou indiretamente com as soluções propostas. A valorização do conhecimento através desta publicação contribui para a disseminação do know-how gerado no decorrer dos estudos e potencializa a exploração de áreas ainda pouco estudadas, a inspiração e o aprofundamento de novas avenidas de pesquisa.

O aprofundamento dos estudos torna mais simples a atuação daqueles que detêm, desenvolvem e testam as novas possibilidades encontradas. Após diversos erros e acertos inerentes ao processo de aprendizado e de testagem, eles podem propor a solução que melhor atenda às especificidades e requisitos sobre os quais seus objetivos estão alicerçados. Temáticas relevantes e atuais são abordadas ao longo da revista.

Esperamos que a leitura seja esclarecedora e inspiradora! Bom proveito!

Professor Luis Augusto Ebert
Coordenação da Revista

SUMÁRIO

8

ADOÇÃO DOS PRINCÍPIOS SUSTENTÁVEIS PARA MELHORIA DA COMPETITIVIDADE DE UMA EMPRESA METAL MECÂNICA: DESENVOLVIMENTO DE UMA EMBALAGEM DOBRÁVEL E RETORNÁVEL

Adoption of sustainable principles to improve the competitiveness of a metal mechanical company: development of a foldable and returnable packaging

Leandro Knis
Diego Milnitz

26

ANÁLISE TÉCNICA DE BLOCOS CERÂMICOS PRODUZIDOS NO ESTADO DE SANTA CATARINA DE ACORDO COM A NORMA NBR 15270:2017

Technical analysis of ceramic blocks produced in the state of Santa Catarina according to NBR 15270:2017

Rodrigo Schneider
Aline de Viegas Beloni

54

CEMITÉRIOS E MEIO AMBIENTE: DANOS CAUSADOS POR NECROCHORUME

Cemeteries and the environment: damage caused by necrochorume

Danilo Galdino da Conceição
Camilla Gabriela M. Ampessan Braun

SUMÁRIO

65

DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DOS SENSOS DO 5S EM UMA EMPRESA DO RAMO TÊXTIL

Diagnostic and proposal for implementation of the 5S senses in a Textile Company

Suélen Napolini
Diego Milnitz

86

GERAÇÃO DE ENERGIA HIDRÁULICA: DIMENSIONAMENTO DE UM APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Hydraulic Power Generation: Sizing the use of Hydro Power in the state of Rio Grande do Sul

Cleiton Souza da Silva
David de Sousa Cordeiro
Juciane Hildebrando dos Santos Perin
Marcos Diego Araujo da Silva
Nielbert Medeiros
Nágila Lucietti Schmidt



LEANDRO KNIS¹
DIEGO MILNITZ²

Adoção dos Princípios Sustentáveis para Melhoria da Competitividade de uma Empresa Metal Mecânica: Desenvolvimento de uma Embalagem Dobrável e Retornável

Adoption of sustainable principles to improve the competitiveness of a metal mechanical company: development of a foldable and returnable packaging

ARTIGO 1

08-25

¹ Graduado em Engenharia de Produção da UNIASSELVI, Guaramirim/SC, e-mail: leandroknis@hotmail.com.

² Prof. Dr. do Curso de Engenharia de Produção da UNIASSELVI, Guaramirim/SC, e-mail: diego.milnitz@uniassevi.com.br.

Resumo: Atualmente, o cenário econômico mundial aponta para a sustentabilidade como um tema de grande importância a ser discutido, levando-se em conta a grande urgência em diminuir a poluição do meio ambiente. Diante disso, é cada dia mais comum ver organizações empresariais discutindo essas preocupações relacionadas ao meio ambiente, identificando novas ferramentas de gestão que contribuam para práticas sustentáveis. Dentro desse contexto, este trabalho tem como objetivo principal desenvolver uma embalagem retornável para uma empresa metal mecânica produtora de motores linha branca. Além da busca por uma embalagem sustentável, outros ganhos relacionados são a redução dos custos com a produção de novas embalagens e com o frete para essas caixas. Para isso, foi projetada uma embalagem retornável e desmontável, tipo *pallet collar*, que pudesse ser reutilizada entre as unidades da empresa, conseguindo, assim, otimizar o roteiro da logística dessas embalagens entre as fábricas da empresa. Com a análise das quantidades de caixas faturadas no ano anterior ao projeto, foi possível realizar os levantamentos quanto aos valores de fretes e as unidades de embalagens novas que foram necessárias serem produzidas ao longo do período. Como resultado, verificou-se um ganho real na redução do custo na produção de novas embalagens no valor de R\$ 302.000,00 dentro do período abrangido pelo estudo. Além da redução dos gastos com novas embalagens, foi possível criar um padrão de embalagem e colaborar com o meio ambiente, reduzindo o descarte de madeira através dos novos *pallets collar* adotados na seção de Embalagens da empresa.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Embalagem. *Pallet collar*.

Abstract: Currently, the global economic scenario points to sustainability as a topic of great importance to be discussed, taking into account the great urgency to reduce environmental pollution. Given this, it is increasingly common to see business organizations discussing these concerns related to the environment, identifying new management tools that contribute to sustainable practices. Within this context, this work's main objective is to develop a returnable packaging for a metal mechanic company producing white goods engines. In addition to the search for sustainable packaging, other related gains are the reduction in costs with the production of new packaging and shipping for these boxes. To this end, a returnable and collapsible packaging was designed, like a collar pallet, that could be reused between the company's units, thus managing to optimize the logistics route for these packaging between the company's factories. With the analysis of the quantities of boxes invoiced in the year prior to the project, it was possible to carry out surveys regarding freight values and the new packaging units that needed to be produced throughout the period. As a result, there was a real gain in cost reduction in the production of new packaging in the amount of R\$ 302,000.00 within the period covered by the study. In addition to reducing spending on new packaging, it was possible to create a packaging standard and collaborate with the environment by reducing the disposal of wood through the new collar pallets adopted in the company's Packaging section.

Keywords: Sustainability. Packaging. *Pallet collar*.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o cenário econômico mundial aponta para a sustentabilidade como um tema de grande importância a ser discutido, levando-se em conta a grande urgência em diminuir a poluição do meio ambiente. Tendo em mente a grande importância que a sustentabilidade tem para a sociedade, é cada dia mais comum ver organizações empresariais discutindo essas preocupações relacionadas ao meio ambiente, identificando novas ferramentas de gestão que contribuam para práticas sustentáveis. Uma dessas ferramentas está relacionada com a logística reversa (LR) e o reaproveitamento das embalagens utilizadas no acondicionamento dos produtos.

O estudo busca um meio de conseguir projetar e desenvolver uma embalagem retornável e desmontável que possa ser reutilizada entre as unidades de uma empresa do setor metal mecânico, conseguindo, assim, reduzir os custos de processo dessas embalagens e alterando o seu roteiro de logística entre as unidades.

Como resultado, a pesquisa busca reduzir o espaço dentro de carretas e contêineres. O rateio de frete nessas cargas terá uma relevância significativa, pois poderão ser transportados mais itens a cada carregamento da transportadora com os materiais da empresa, tornando, assim, o preço de fabricação das embalagens mais atrativo. Também reduzirá a produção de novas embalagens e diminuirá o descarte delas, colaborando para a preservação do meio ambiente, pois, em determinado momento, espera-se que não seja mais necessária a produção de embalagens para essa linha logística, apenas repondo embalagens que venham a sofrer algum dano ao longo do processo.

As metodologias utilizadas para o estudo foram o procedimento de pesquisa de campo aliado ao ciclo PDCA, pois, fisicamente, dentro dos galpões da empresa, percebe-se a movimentação intensa de carretas e o espaço que essas caixas necessitam

para serem armazenadas, aguardar a necessidade de utilização, dentre outros. Dessa forma, utilizando ferramentas como *brainstorming*, chegou-se à conclusão de que um estudo de caso aprofundado sobre elas poderia trazer bons resultados, como será demonstrado a seguir.

REFERENCIAL TEÓRICO

O entendimento quanto ao comportamento dos materiais relacionados neste trabalho constitui uma etapa fundamental para o seu desenvolvimento. Nesta seção, portanto, serão apresentados conhecimentos sobre sustentabilidade, LR, embalagens e, em específico, sobre embalagens retornáveis tipo *pallet collar*.

SUSTENTABILIDADE

Boff (2007) sugere que o desenvolvimento sustentável é definido como uma conjuntura de práticas e atividades que objetivam sanar as necessidades dos seres humanos, sem atrapalhar negativamente o futuro das próximas gerações. De modo mais simplificado, significa a capacidade de uma pessoa em subsistir em um determinado ambiente sem gerar prejuízos a ele, utilizando-se de maneira racional dos recursos disponíveis e garantindo que, no futuro, não venham a entrar em escassez devido a sua má utilização.

Deste modo, o termo “sustentabilidade” tem conexão direta com as diversas formas de preservação do meio ambiente, reaproveitando recursos próprios já existentes, como a reutilização de resíduos sólidos. Tomando medidas nesta linha, o desenvolvimento sustentável oferece alternativas de vida para os seres humanos, que, por sua vez, possam também formar relações com as demais pessoas ao seu redor e o meio em que se encontram, tendo em vista os valores éticos e democráticos à frente deste cenário.

Além de estar relacionada com o meio ambiente de forma direta, a sustentabilidade também pode associar-se a outros segmentos da sociedade, como o da educação, cultura e economia, sem haver danos ao meio ambiente.

Na atualidade, faz-se muito importante o debate sobre o desenvolvimento sustentável, haja vista que, ao longo dos anos, problemas ambientais prejudicam e afetam diretamente a qualidade de vida do homem. Esses problemas são derivados do uso irracional e irrestrito de recursos naturais, gerando impactos profundos no meio ambiente.

Dentro deste contexto, Barbieri e Cajazeira (2009) afirmam que, primeiramente, as empresas devem estabelecer princípios e objetivos sustentáveis para se enquadrarem em um cenário sustentável no mercado, atribuindo, assim, responsabilidade nas suas ações políticas. Desta maneira, a concretização desses objetivos representará a conquista de novas práticas e estratégias nos negócios da empresa, aumentando recursos humanos e financeiros.

Conforme exposto no relatório de Brundtland (Comissão, 1991), o termo “sustentabilidade” é entendido pelas lideranças empresariais como um novo modo de produção sem causar impactos ambientais relevantes ao meio ambiente, transpassando essa cultura a todos os níveis da empresa.

LOGÍSTICA REVERSA

A LR é uma área relativamente nova para as empresas e sociedades no Brasil e no mundo. Segundo Da Silva e Leite (2012), o crescente interesse nesse ramo se deu pela preocupação das organizações com o meio ambiente e, acima disso, com o cuidado de atender aos desejos dos clientes e reduzir os custos, compreendendo a responsabilidade de promover o retorno dos produtos e endereçando-os a diversos destinos.

Leite (2003), ainda, coloca como recorrente a produção de resíduos sólidos em diversos ramos da indústria metalmeccânica. Nesse contexto, falar

sobre LR no meio empresarial nunca foi tão relevante, afinal, diante de toda a poluição e escassez dos recursos naturais, o cliente tende a se tornar cada vez mais exigente e a buscar progressivamente empresas consolidadas ambientalmente nas práticas sustentáveis.

Conforme Carvalho (2002), com o passar dos anos, práticas de preservação ambiental vêm se tornando mais comuns no dia a dia das organizações, tentando controlar o crescimento frenético e desorganizado da população, o que acaba por afetar diretamente o meio ambiente, acarretando transformações das mais diversas.

Diante desse fato, Leite (1999) afirma que as empresas passam a adquirir um comportamento mais ativo ambientalmente falando, não levando em consideração apenas ganhos financeiros, mas também alternativas que os levem a atender uma diversidade de interesses, sejam sociais ou ambientais, perpetuando a sua marca no mercado. Lacerda (2009) explica que existem três causas principais que justificam esta crescente alta na utilização da LR nas empresas: questões ambientais, concorrência (diferenciação do produto) e redução de custo.

A LR se relaciona com o meio ambiente com extrema importância, pois constantes movimentações de devolução dos produtos, providas sempre de novas fabricações, poderão causar, de alguma forma, acidentes ambientais. Portanto, ao implantar um sistema de gestão ambiental nas organizações, esse sistema fornecerá ferramentas e procedimentos capazes de conduzir a LR para resíduos sólidos da maneira correta.

Em relação às questões ambientais, Lacerda (2009) expõe, ainda, que existe uma grande tendência que a legislação ambiental venha tornar as empresas mais responsáveis, a cada dia, pelo ciclo de vida de seus produtos, ou seja, serem responsáveis tanto pelo produto depois de consumido como o impacto que seu descarte possa causar no meio ambiente, pois os seus consumidores atuais também começam a ter um aumento na sua consciência ecológica. Com isso, esperam que as empresas também adotem essa postura.

EMBALAGENS

Embalagem é um recipiente ou envoltura que armazena produtos temporariamente e serve principalmente para agrupar unidades de um mesmo produto, com vista à sua manipulação, transporte ou armazenamento. A embalagem também apresenta outras funções, como proteger o conteúdo, informar sobre as condições de manipulação, exibir os requisitos legais como composição, ingredientes etc.

A embalagem possui um impacto significativo sobre o custo final do produto, assim como a produtividade dentro dos sistemas logísticos. Seus custos mais relevantes se apresentam na execução das operações automatizadas e/ou manuais de fabricação da embalagem e na necessidade de descartá-la.

Uma empresa, ao investir em uma boa embalagem, obtém um ganho em toda a cadeia produtiva, na distribuição, venda e consumo do produto. No campo, a embalagem permite que frutas sejam colhidas em estágio mais maduro e com melhor sabor, garantindo sua integridade no processo de distribuição. Na indústria, a embalagem favorece a centralização de polos produtivos, a eficiência produtiva, de armazenamento, distribuição, identificação e rastreabilidade.

Christopher (2008) defende que a embalagem é um componente obrigatório e decisivo para o sucesso comercial de praticamente todos os produtos. Mas, mais do que isso, é uma ferramenta que viabiliza o atendimento da população global para a sua alimentação, saúde e bem-estar. Ela viabiliza toda a dinâmica global de produção e consumo, possibilitando a conservação dos produtos e a sua distribuição, tornando os mais diferentes produtos acessíveis para pessoas ao redor de todo o planeta.

Porém, ao mesmo tempo em que as embalagens oferecem inúmeras vantagens, elas podem gerar diversos problemas: podem representar até 50% do custo do produto; a maioria das embalagens nada adiciona de valor ao produto; podem

provocar perdas de 10 a 15% nas exportações; podem dificultar a redestinação após o uso do conteúdo (devolução, reciclagem ou lixo) ou não serem resistentes ao empilhamento.

Para Christopher (2008), é notório que as características da embalagem afetam diretamente a produtividade das organizações e os resultados da logística, pois podem tanto facilitar esses processos quanto dificultar. Por isso, coloca-se a importância de estudos para que sejam utilizadas embalagens mais adequadas aos fins da organização e à satisfação do cliente.

EMBALAGENS RETORNÁVEIS

O uso de embalagens retornáveis tem sido proposto como uma medida para aumentar o lucro da empresa e obter impacto ambiental positivo (redução de impacto). Em muitos casos, essa embalagem pode ser realmente econômica e trazer muitos benefícios ambientais.

As embalagens podem ser fabricadas a partir de diversos materiais, incluindo plástico, papelão, alumínio ou até aço. Selecionar o material da embalagem inclui analisar os seguintes itens: ciclo de vida da embalagem, capacidade de peso, capacidade de estocagem, resistência química, temperatura de operação, resistência a inflamabilidade, certificação governamental, especificações dimensionais exigidas, características de segurança, fatores externos e reciclagem (Gomes; Ribeiro, 2004, p. 140-141).

Adicionalmente, devem ser analisados os diferentes custos para os vários tipos de embalagens retornáveis ou não. Devem, ainda, ser analisadas as diversas funções às quais serão aplicadas e que interferem na capacidade de reaproveitar as embalagens.

De acordo com a aplicação, as embalagens podem ser classificadas como:

- Armazenagem: refere-se às embalagens utilizadas no estoque de produtos em almoxarifados ou locais fixos. Essas embalagens devem permitir a locomoção de unidades individuais.
- Estantes de armazenagem rápida: trata de estoques intermediários na linha de produção ou em tudo o processo de fabricação do produto. A embalagem deve ser de fácil movimentação e permitir deslocamentos tanto de uma como de várias unidades, de acordo com o processo.
- Distribuição: refere-se a embalagens utilizadas para transportar materiais entre o fabricante e o comprador. Essa embalagem deve garantir grande segurança ao produto transportado, pois, ao longo do transporte, serão enfrentadas diversas condições.

Segundo Gomes e Ribeiro (2004, p. 87), o tipo de embalagem depende, portanto, de diversas propriedades, como estocabilidade, capacidade da embalagem, fácil acesso para o transporte e aspectos de segurança. Quando a empresa considera as embalagens retornáveis, muitos fatores-chave podem ser considerados. O uso de embalagens retornáveis ou descartáveis influencia diretamente toda a cadeia de suprimentos.

PALLET COLLAR

A maioria dos *pallets* ainda é constituída de madeira, pois continuam sendo bem aceitos pelos gerentes das cadeias de suprimentos e de logística e custam menos do que os *pallets* alternativos feitos de plástico ou de aço. Porém, esses *pallets* têm pontos negativos, como, por exemplo, a crescente preocupação com a contaminação em indústrias de alimentos, pois a madeira pode ser facilmente infectada por bactérias ou alimentar incêndios nas fábricas e centros de distribuição, porque a madeira é um material altamente inflamável. A seguir, há algumas características dos *pallets* de madeira:

- Custos iniciais baixos: os *pallets* de madeira são facilmente padronizados, relativamente baratos e rápidos de construir.
- Custos de reposição contínuos: pelo fato de a madeira ser um material orgânico, ela lasca com facilidade e pode empenar ou enfraquecer rapidamente.
- Essas características podem aumentar significativamente os custos de reposição.

Os colares para *pallets* reduzem a necessidade de materiais de embalagem caros e descartáveis, diminuindo, assim, os resíduos descartados no ambiente. Eles também diminuem os perigos de os produtos caírem dos *pallets* quando empilhados em grandes alturas. Os produtos podem ser estocados nos colares em um armazém e, em seguida, transportados diretamente sobre o mesmo *pallet* e os mesmos colares com a simples inclusão



O TIPO DE EMBALAGEM DEPENDE, PORTANTO, DE DIVERSAS PROPRIEDADES, COMO ESTOCABILIDADE, CAPACIDADE DA EMBALAGEM, FÁCIL ACESSO PARA O TRANSPORTE E ASPECTOS DE SEGURANÇA. QUANDO A EMPRESA CONSIDERA AS EMBALAGENS RETORNÁVEIS, MUITOS FATORES-CHAVE PODEM SER CONSIDERADOS.

de uma tampa e cintamento. Os colares para *pallets* são desmontados na viagem de retorno para reduzir os custos. A seguir, na Figura 1, é demonstrada a desmontagem do colar.

Figura 1. Demonstração do *pallet collar*



Fonte: os autores.

METODOLOGIA

Com o presente estudo, espera-se obter ganhos com a redução de madeira para embalagens retornáveis das filiais da empresa descrita ao longo do trabalho. Foram realizadas algumas reuniões entre os gestores da área responsáveis pela seção de Embalagens e o autor, para a definição do trabalho.

Após o entendimento entre ambas as partes sobre os ganhos que poderiam ser atingidos, iniciou-se uma pesquisa de campo com os programadores do PCP da empresa responsáveis pelos faturamentos de componentes para as filiais, a fim de obter dados que ajudassem no entendimento do fluxo de caixas retornáveis que se implicam nas movimentações entre as empresas do grupo.

Na sequência, partiu-se para a pesquisa bibliográfica do estudo sobre a madeira

e a sua estrutura, assim como um aprofundamento sobre os conhecimentos em LR e análise de investimentos, que, ao decorrer do trabalho, serão temas empregados no desenvolvimento do estudo.

Adiante no cronograma, padronizou-se uma embalagem retornável modelo colar, com dobradiças e com dimensões que atendessem a diversos componentes, reduzindo o número de itens existentes para essas caixas retornáveis. Dando continuidade ao estudo, foram fabricadas algumas embalagens para a realização de testes práticos.

Como parte final do estudo, espera-se obter os ganhos com o correto levantamento dos dados levantados durante o trabalho, a fim de tornar concretos os valores financeiros que o trabalho tem por objetivo.

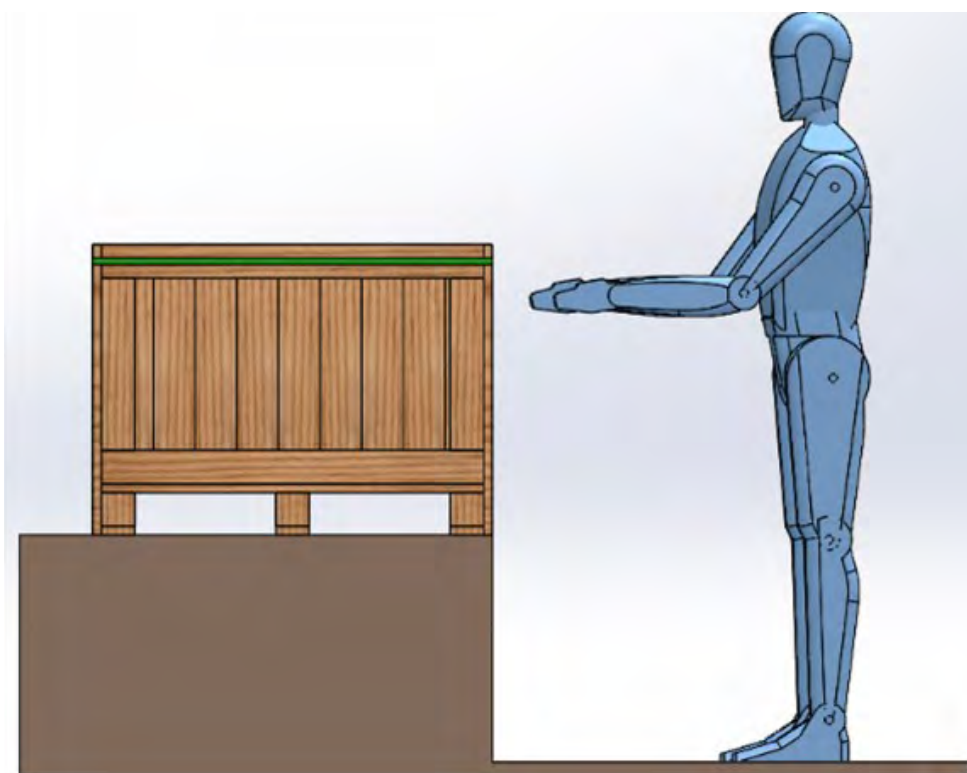
Tendo comprovado que as embalagens poderão ser alteradas sem riscos estruturais, ou seja, de uma embalagem rígida padronizada

por tamanho de produto para uma embalagem única e configurável para cada tamanho de produto e com os cálculos de ganhos em frete e redução de madeira na produção de embalagens retornáveis, resta apenas a finalização do relatório e a apresentação da proposta para a CEO (Comissão de Especificação Operacional) da empresa, que irá aprovar ou rejeitar as devidas alterações conforme as considerações relatadas ao fim do trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visando atender a uma demanda antiga, vinda do departamento de estamperia da empresa, a seção de projetos de Embalagens criou a caixa 10362251, que atenderia a um problema ergonômico levantado naquele setor, como mostra a Figura 2, a seguir.

Figura 2. Utilização da caixa na estamperia



Fonte: os autores.

Depois dessa demanda inicial, há mais uma demanda para a criação de uma caixa, desta vez vinda do departamento Metalúrgico da mesma empresa, para atender a grande quantidade de peças que são enviadas para outra unidade localizada em Linhares/ES. A seguir, na Figura 3, há uma figura das duas caixas lado a lado.

Figura 3. Caixas 10362251 e 10158614



Fonte: os autores.

Por muitos anos, essa concepção de embalagem atendeu integralmente às suas finalidades. Porém, como visto anteriormente na revisão bibliográfica, com o passar dos anos, a consciência ambiental e a procura por redução nos custos de produção dos produtos vêm aumentando consideravelmente. Por esses motivos, começou-se a avaliar a possibilidade de uma embalagem que pudesse padronizar essas duas caixas em apenas um único modelo, capaz de atender tanto à estamperia, como ao metalúrgico.

Com a aprovação deste estudo, são buscados os seguintes resultados:

- realizar testes práticos com embalagens desmontáveis;
- levantar ganhos com uma nova roteirização das cargas entre as unidades da empresa;
- modificar a rota atual da logística para obter ganhos com retorno de embalagens.

REQUISITOS DO PROJETO (PREMISSAS)

Embalagem do modelo *pallet collar* com as seguintes características:

- retornável;
- desmontável;
- laterais unidas por dobradiça e fixadas com rebite;
- definição da altura interna da embalagem de 20 cm em 20 cm;
- facilidade de armazenamento;
- facilidade de transporte.

Observando as premissas, temos uma nova concepção de embalagem para os produtos que por ela serão transportados, uma vez que a embalagem atual é fixada com pregos, não é desmontável e, por esse motivo, requer um espaço muito grande no estoque e custos elevados em transporte. A seguir, na Figura 4, há uma ilustração do *pallet collar*.

Figura 4. *Pallet collar*



Fonte: os autores.

TESTES

Para o trabalho ter um ponto de partida, o primeiro passo foi obter um modelo físico similar às premissas do projeto, que foi obtido na seção de utilidades que seriam sucateadas. Essa caixa era utilizada para o transporte de materiais terceirizados para dentro da empresa para essa unidade, e, após uma conversa com o gestor da área, foram liberados uma base e três colares para a realização do teste prático.

Após adquirida essa uma peça para o teste, foram verificadas as seguintes características:

- dobradiças fixadas por rebites;
- tampa OSB amarrada com fita de poliéster para arquear;
- 675 kg de sucata.

Foi colocada na parte traseira da carreta rebocável pelo prazo de uma semana. Após o período de testes, verificou-se que os colares suportaram de forma eficaz o transporte das sucatas dentro do parque fabril, não ocorrendo rachaduras, trincas ou excesso de fadiga nas dobradiças. A seguir, na Figura 5, há o teste realizado com o transporte de sucatas dentro da empresa.

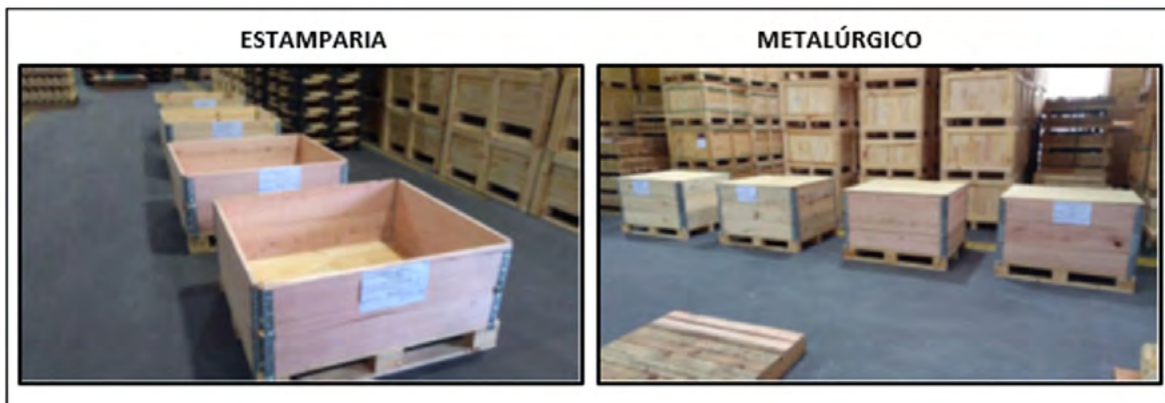
Figura 5. Primeiro teste realizado com sucatas



Fonte: os autores.

Após ficar constatado que os colares podem suportar uma grande quantidade de peso durante um período longo de movimentação, mesmo os componentes dos colares já estando gastos, reutilizados de outra área, eles mostraram resultados satisfatórios para o andamento do estudo. Diante disso, as embalagens foram enviadas para os setores que mais utilizam as respectivas embalagens e que são utilizadas no ciclo de embalagens retornáveis enviadas de Jaraguá do Sul/SC para Linhares/ES. Na Figura 6, vê-se as amostras separadas para as respectivas seções.

Figura 6. Embalagens finalizadas e prontas para o envio



Fonte: os autores.

Após a produção das embalagens-teste, elas foram transportadas para as respectivas seções em que seriam utilizadas através do transporte interno da empresa, como mostra a Figura 7, a seguir. Nesta figura, pode-se observar as embalagens equivalentes aos da proposta do trabalho, que são produzidas atualmente e ainda continuam sendo utilizadas para o transporte de materiais.

Figura 7. Transporte das embalagens-teste



Fonte: os autores.

Após alguns dias de transporte rodoviário de Jaraguá do Sul/SC para Linhares/ES, os materiais embalados nos *pallet collars* teste chegaram na expedição da fábrica de montagem. Ela irá utilizá-los para montar os motores nas suas linhas de produção, que, em sua maioria, são motores para utilização na linha branca (máquinas de lavar e secar).

Um dos problemas verificados com a embalagem-teste foi que, ao dispô-la para o carrinho de abastecimento das linhas, esse possuía uma inclinação, visando facilitar a retirada dos materiais de dentro da caixa por parte dos operadores. Porém, essa concepção é voltada para o modelo de caixa atual, sendo ela totalmente fixa por pregos.

Ao dispor os *pallet collars* do teste para as linhas de montagem, eles sofreram um grave deslocamento dos colares. Esse deslocamento pode acarretar queda dos materiais, danificando-os, ou até mesmo algum acidente com os operadores que estiverem próximos do carrinho na linha de montagem dos motores.

Em contato com a área técnica e a chefia da fábrica em Linhares, a unidade se comprometeu em arcar com a adequação dos seus dispositivos em caso de sucesso na alteração do projeto das caixas para *pallet collars*, pois os valores gastos em frete pela unidade anualmente são muito altos, gerando

um volume de produção para a seção de Embalagens de aproximadamente 3.360 unidades apenas da embalagem estudada, equivalente do *pallet* com 3 colares que foi utilizado no teste das caixas com materiais do metalúrgico.

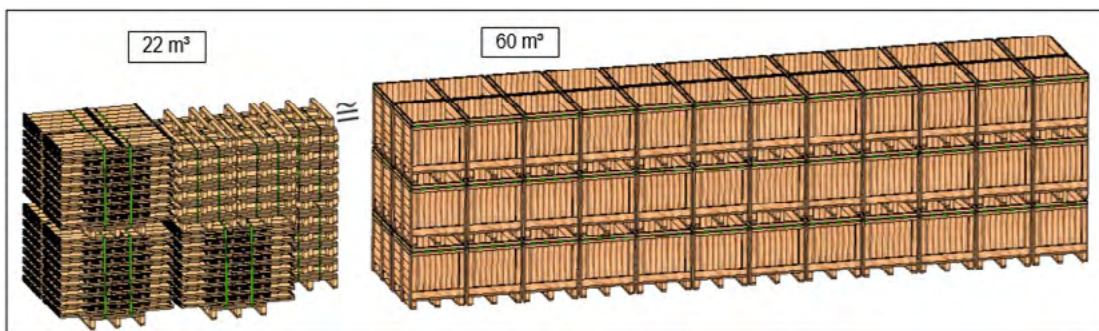
Uma das alternativas para a aquisição das embalagens colares é a internalização do processo usando recursos próprios da empresa, como a matéria-prima madeira e a mão-de-obra utilizada na seção de Embalagens.

Após os testes realizados e o alinhamento entre as unidades de negócio da empresa, obtendo os custos de produção atual das embalagens e da nova proposta, comprova-se que o projeto de alteração do modo construtivo da caixa é viável para implantar a LR na movimentação de materiais entre Jaraguá do Sul, Linhares e Manaus.

OCUPAÇÃO DE ESPAÇO

Comparando o espaço ocupado utilizando a mesma quantidade de embalagens para ambos os modelos, temos o seguinte resultado: $22 \text{ m}^3 \cong 60 \text{ m}^3$, uma redução de aproximadamente 63% de espaço ocupado, conforme a Figura 8.

Figura 8. Representação de espaço ocupado entre as embalagens

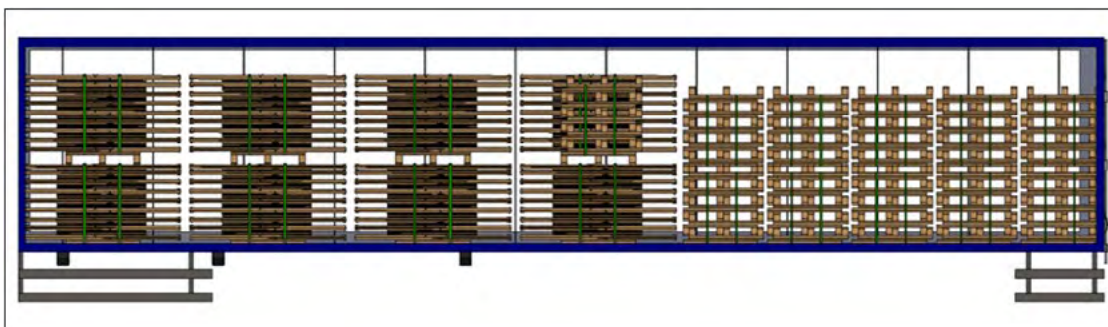


Fonte: os autores.

Com essa redução no volume, é possível acondicionar mais embalagens, assim como diferentes produtos nesse espaço do caminhão, o que tornará o frete mais atraente para a empresa, que poderá ter um rateio maior com a possibilidade de mais produtos diversos estarem retornando de outras unidades para Jaraguá do Sul.

Utilizando como base as carretas que fazem o transporte desses materiais atualmente, que possuem 14 metros de comprimento, tem-se, na Figura 9, a disposição de uma carga fechada com *pallet collars* completos, somando a totalidades de 225 embalagens completas, com 3 colares e a base.

Figura 9. Disposição dos colares e bases na carreta

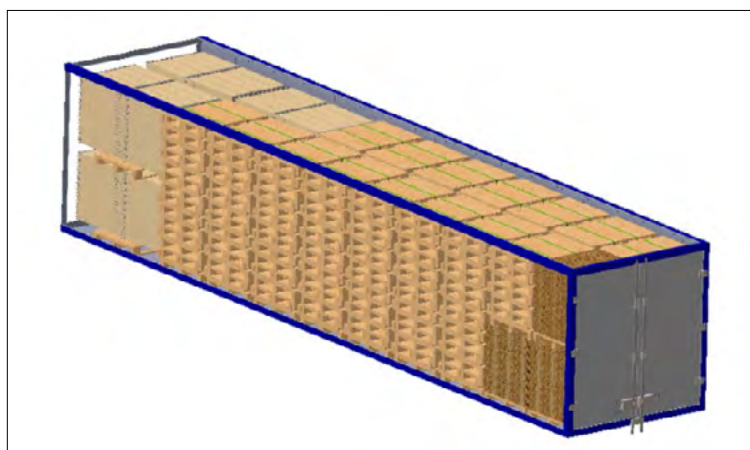


Fonte: os autores.

Da mesma forma como foi simulada a montagem da carreta, os modelos de embalagens foram submetidos a montagem e empilhamento utilizando o programa *Solidworks* novamente para simular a carga de um container de navio, que mede aproximadamente 11,9 metros de comprimento.

Após a simulação no programa, obteve-se o número de 195 embalagens colares que podem ser armazenadas no container, conforme Figura 10, a seguir, em que se obteve o melhor aproveitamento possível do espaço do container, intercalando o empilhamento entre bases, colares e as tampas de OSB. Um ponto importante a ser considerado é que as bases que comportam os colares, assim como as tampas, também entram na conta para fechar o número das 195 embalagens.

Figura 10. Disposição dos colares no container



Fonte: os autores.

GANHOS ESTIMADOS

Para o levantamento de ganhos com frete, foram levantados os dados e valores conforme o Quadro 1, a seguir, em que se tem as linhas logísticas utilizadas para o retorno das embalagens utilizadas para o transporte de componentes, o tipo do transporte, marítimo ou rodoviário, bem como os valores de cada modalidade de frete para as embalagens. Lembrando que esses são valores para uma carga fechada, independentemente de o caminhão ou container estar totalmente ocupado ou parcialmente.

Quadro 1. Custos dos módulos de frete utilizados

Linha de logística	Transporte	Custo (R\$)
WLI – WMO (JGS)	Rodoviário	R\$ 5.850,00
WMO (JGS) – WLI	Rodoviário	R\$ 6.500,00
WLI – WAM (20 PÉS)	Marítimo	R\$ 9.453,23
WAM – WLI (20 PÉS)	Marítimo	R\$ 7.306,81
WLI – WAM (40 PÉS)	Marítimo	R\$ 9.926,18
WAM – WLI (40 PÉS)	Marítimo	R\$ 9.500,00
WAM – WMO (JGS) (20 PÉS)	Marítimo	R\$ 4.609,20
WAM – WMO JGS (40 PÉS)	Marítimo	R\$ 6.343,36

Fonte: os autores.

Cruzando as informações apresentadas na tabela anterior com a informação apresentada anteriormente de embalagens produzidas para o envio de componentes, a Tabela 1, a seguir, apresenta a diferença e ganho com frete por carreta. Esta quantidade de caixas é o volume que foi retornado única e exclusivamente para o uso dessa finalidade, em que as capacidades de alojamento foram apresentadas no item acima para carreta e container, excluindo outras utilizações dentro da empresa para essa caixa.

Tabela 1. Ganhos com retorno de embalagens por carreta

Modelo	Qtd embalagem /ano	Qtd emb. cabe no caminhão	Qtd de frete	Total frete	Diferença / ganho
10158614	3361	78	44	R\$ 257.400,00	R\$ 169.650,00
<i>Pallet collar</i> equivalente	3361	225	15	R\$ 87.750,00	

Fonte: os autores.

De forma semelhante, a Tabela 2 apresenta os ganhos de frete com a redução do número de contêineres para retornar à quantidade de caixas utilizadas em Manaus no último ano (1528 unidades). Lembrando que, até então, Manaus não retornava as embalagens; após o seu uso, era feito o seu descarte. Dessa forma, os valores a seguir foram supostos com base que se fosse retornado a caixa 10158614 por via marítima.

Tabela 2. Ganhos com retorno de embalagens por container

Modelo	Qtd embalagem /ano	Qtd emb. cabe no caminhão	Qtd de frete	Total frete	Diferença / ganho
10158614	1528	72	22	R\$ 209.000,00	R\$ 133.000,00
<i>Pallet collar</i> equivalente	1528	195	8	R\$ 76.000,00	

Fonte: os autores.

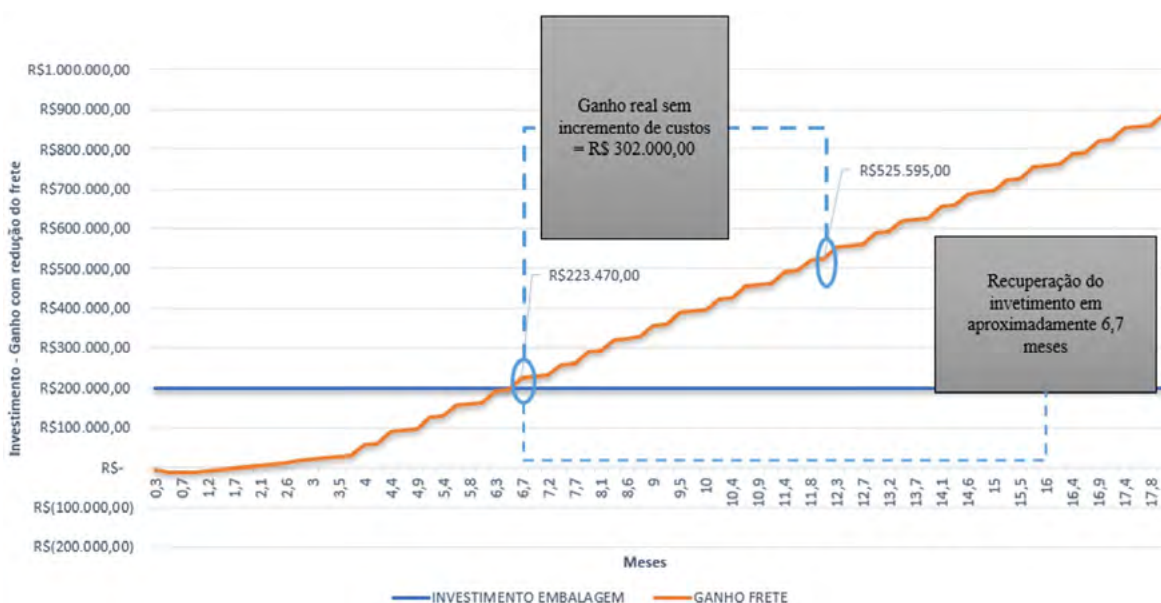
Admitindo um investimento de R\$ 200.000,00 para a compra de *pallet collars* de fornecedores já existentes no mercado ou adquirindo equipamentos para a produção interna dos colares na seção de Embalagens, o retorno desse investimento sem incrementos de custos (valores relacionados à deterioração das

caixas/equipamentos) será em aproximadamente 6 ou 7 meses. Após esse período, até 12 meses, serão possíveis obter ganhos reais no valor de R\$ 302.000,00, somando os valores de fretes para o modelo de embalagem retornável equivalente ao item de caixa utilizado atualmente (10158614) para transporte de componentes entre as unidades da empresa, utilizados para a montagem de motores. A seguir, na Figura 11, há a relação de investimento e ganhos com frete referente aos retornos das embalagens de Manaus e Linhares para Jaraguá do Sul.

O gráfico a seguir demonstra que, além do ganho esperado após 12 meses de implantação do novo modelo de embalagem, é que, a cada 12 meses, obtenha-se uma economia de R\$ 525.595,00 com custos em frete.

Além dos ganhos financeiros com frete, espera-se que, a partir de determinado ponto, não seja necessária mais a produção e compra de colares, tendo em vista que eles aguentaram relativamente bem o processo de transporte dos materiais, assim como o retorno. A não ser pelos parafusos que não se mantiveram apertados, a madeira dos colares e a dobradiça não apresentaram quaisquer problemas.

Figura 11. Investimento com manufatura x ganho com frete de retorno 10158614



Fonte: os autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A seção de Embalagens da empresa pesquisada percebeu que, para melhorar seus resultados na redução do uso da matéria-prima madeira e obter ganhos logísticos com a redução do número de fretes, necessitava de um trabalho bem planejado e bem desenvolvido para tornar essa demanda ambiental e financeira em realidade. Exemplo disso é o uso desse trabalho para desenvolver novas embalagens retornáveis para outros itens que a própria seção produz atualmente.

Este trabalho mostra que a prática da LR dentro de uma empresa acarreta ótimos resultados financeiros, redução de danos ambientais, ganhos significativos com logística. Além de todos esses benefícios, há uma melhora considerável da imagem da empresa perante a sociedade, clientes e parceiros.



Os resultados foram alcançados com sucesso, tendo a embalagem colar no início do trabalho atendido à necessidade de padronização das duas embalagens utilizadas para o transporte de componentes. Porém, ao decorrer do trabalho, uma das caixas, a 10362251, acabou não sendo mais utilizada nesta rota logística por questões de planos estratégicos da empresa e tendo os seus possíveis ganhos tirados dos resultados do trabalho. Os testes realizados foram muito bem realizados pela área técnica da seção de Embalagens e resistiram de maneira adequada ao esperado para os testes.

Outro fator determinante para que os resultados fossem alcançados foi a modificação da rota atual da logística: as embalagens, ao chegarem em Manaus, não eram reaproveitadas, sendo inseridas novamente no circuito, descartadas e gerando prejuízos tanto à fabricação de novas embalagens quanto à geração de resíduos desnecessários.

Com a implantação do *pallet collar* nesta rota logística da empresa, após a sua implementação, com um investimento de R\$ 200.000,00, o *payback* é de apenas 6 ou 7 meses e, após 12 meses, resultará um ganho aproximado de R\$ 302.000,00. Após o primeiro ano utilizando o modelo colar no transporte de componentes, a cada 12 meses utilizando essa estratégia, o ganho será de R\$ 525.595,00.

Espera-se que o presente trabalho estimule o interesse dos gestores responsáveis pela parte logística da empresa em estimular suas equipes para novos estudos ou desafios, para a substituição dos sistemas atuais de embalagem quando for possível, bem como as formas de armazenamento por meios mais atuais que auxiliem a busca por uma maior conservação do meio ambiente. Isso pode diminuir os custos de suas operações logísticas e, conseqüentemente, agregar um maior valor aos seus clientes.

REFERÊNCIAS

BARBIERI, J. C.; CAJAZEIRA, J. E. E. **Responsabilidade social empresarial e empresa sustentável: da teoria à prática**. São Paulo: Saraiva, 2009.

BOFF, L. **História da sustentabilidade**. 2007. Disponível em: <https://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=530>. Acesso em: 19 ago. 2024.

CARVALHO, J. C. de. **Logística**. Lisboa: Edições Silabo, 2002.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: criando redes que agregam valor**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

COMISSÃO Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

DA SILVA, A. A.; LEITE, P. R. Empresas brasileiras adotam políticas de logística reversa relacionadas com o motivo de retorno e os direcionadores estratégicos?. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 79-92, 2012.

GOMES, C. F. S.; RIBEIRO, P. C. C. **Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

LACERDA, L. **Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. 2009. Disponível em: http://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/Logistica_Reversa_LGC.pdf. Acesso em: 20 maio 2019.

LEITE, P. R. Canais de distribuição reversos. In: SIMPOI – SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS DA FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS DE SÃO PAULO, 3., 2000, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Publicare, 1999.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.



RODRIGO SCHNEIDER¹
ALINE DE VIEGAS BELONI²

Análise Técnica de Blocos Cerâmicos Produzidos no Estado de Santa Catarina de Acordo com a Norma Nbr 15270:2017

*Technical analysis of ceramic blocks produced in the state of Santa Catarina
according to NBR 15270:2017*

ARTIGO 2

26-53

¹ Graduado em Engenharia Civil pela UNIASSELVI, Blumenau/SC, rodrigo.sch98@gmail.com.

² Prof^a. Me. do Curso de Engenharia Civil da UNIASSELVI, Blumenau/SC, aline.beloni@uniasselvi.com.br.

Resumo: Os blocos cerâmicos são utilizados em várias obras de construção civil no território brasileiro. Dada a vasta extensão do país, o controle de qualidade é medido através da NBR 15270:2017. Desta forma, este trabalho tem como prioridade avaliar tijolos fabricados em 3 olarias, conforme a norma citada. Para tanto, coletaram-se 13 blocos com as mesmas medidas e apontaram-se requisitos, materiais necessários e a tolerância permitida em cada ensaio. Os resultados evidenciaram que apenas os blocos referentes à olaria B foram aprovados em todos os ensaios, de acordo com a norma. Os lotes A e C apresentaram rejeições significativas no ensaio de resistência à compressão, apesar de aprovação nos demais testes. Sendo assim, conclui-se que, apesar de possuírem características visuais e índice de absorção d'água dentro dos padrões normativos, os blocos das olarias de SC podem apresentar problemas de desperdício de materiais e manifestações patológicas em decorrer da baixa resistência.

Palavras-chave: Bloco cerâmico. Tijolo. Ensaios técnicos.

Abstract: Ceramic blocks, including structural and sealing varieties, are widely utilized in Brazilian construction. Considering the country's vast size, quality control adheres to NBR 15270:2017 standards. This study evaluates bricks from three distinct kilns in Santa Catarina. Tests performed include dimensional tolerance, septum thickness, deviation from squareness, face flatness, compressive strength, and water absorption rate. Thirteen blocks from each kiln were tested, specifying necessary materials and allowable tolerances for each test. Results showed that only the blocks from kiln B met all standards, while batches A and C, despite passing other tests, failed in compressive strength. This indicates that even blocks meeting visual standards and water absorption norms may have issues with material waste and structural problems due to inadequate strength.

Keywords: Ceramic block. Brick. Technical testing.

INTRODUÇÃO

Na indústria de construção civil a gestão eficiente de custos, a minimização de desperdícios e a manutenção de um padrão elevado de qualidade são preocupações fundamentais, especialmente em empresas mais comprometidas com a excelência. Neste contexto, os blocos e tijolos cerâmicos utilizados na construção de paredes de alvenaria devem ser submetidos a rigorosos controles de qualidade. Isso é essencial para prevenir perdas e gastos adicionais decorrentes de defeitos nos blocos e garantir a eficiência e a qualidade nas construções.

Atualmente, existem aproximadamente 5.600 cerâmicas e olarias no Brasil. O setor produz cerca de 2.554.202.000 telhas cerâmicas, 5.702.479.000 blocos e 1.526 toneladas de tubos por mês. Isso representa o total de 8.256.681.000 desses produtos produzidos mensalmente no país. E o segmento não para de crescer (Cruz, 2022).

Dada a vasta quantidade de blocos fabricados no Brasil (aproximadamente 5,7 bilhões por mês), é fácil notar a importância de uma norma geral específica para padronização de fabricação dos blocos. Surge, portanto, a NBR 15270:2005 para unificar os requisitos e os métodos de ensaios dos blocos e tijolos de alvenaria. Sendo assim, todas as olarias brasileiras devem seguir os mesmos testes, simplificando a avaliação.

O objetivo geral deste estudo é avaliar blocos cerâmicos de vedação de olarias situadas no estado de Santa Catarina, conforme a NBR 15270:2017.

Para concretizar o objetivo geral, fez-se necessária a sua divisão entre os seguintes objetivos específicos: analisar os blocos cerâmicos de vedação de três olarias da região, para amostras de 13 blocos, conforme os critérios

normativos de: tolerância dimensional, espessura dos septos, desvio em relação a esquadro, planeza das faces ou flecha, resistência à compressão e índice de absorção d'água; e verificar se os lotes se enquadram dentro das prescrições da norma mencionada.

Tal análise justifica-se por deficiência de artigos a respeito de ensaios de blocos cerâmicos de vedação na região de Santa Catarina. Nota-se a necessidade de avaliar os blocos perante a NBR, com a finalidade de obter aprovação dos corpos de prova, reduzindo os impactos às edificações, desperdício de materiais e, conseqüentemente, evitar possíveis manifestações patológicas nas obras da região.

METODOLOGIA

MATERIAIS DE ANÁLISE

Para a realização da pesquisa, foram selecionados 13 blocos cerâmicos de vedação provenientes de cada olaria, denominadas de "A" a "C". As fabricantes estão situadas na região de Santa Catarina, já os blocos possuem furos na horizontal e dimensões 9 cm x 14 cm x 29 cm (L x H x C). Os blocos são de vedação, possuem paredes vazadas e furos na horizontais.

As amostras foram recolhidas em duas lojas de materiais de construção localizadas em Blumenau/Santa Catarina. Os blocos foram identificados, limpos e armazenados em laboratório para ensaios com finalidade de caracterização, aceitação ou rejeição perante a norma. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Materiais de Construção da UNIASSELVI, no Centro Universitário Dante.

No Quadro 1, são identificadas as nomenclaturas de cada amostra às respectivas olarias.

Quadro 1. Identificação dos lotes às olarias

Amostras	Blocos		
	Olaria A	Olaria B	Olaria C
1	A1	B1	C1
2	A2	B2	C2
3	A3	B3	C3
4	A4	B4	C4
5	A5	B5	C5
6	A6	B6	C6
7	A7	B7	C7
8	A8	B8	C8
9	A9	B9	C9
10	A10	B10	C10
11	A11	B11	C11
12	A12	B12	C12
13	A13	B13	C13

Fonte: os autores.

O objetivo deste trabalho é analisar os blocos cerâmicos de vedação de três olarias da região. As Figuras 1 e 2 mostram os blocos em armazenamento nas lojas de materiais de construção após a retirada dos materiais. A olaria referente ao Lote C encerrou as atividades, no entanto, ainda restavam algumas peças em uma loja de Blumenau.

Figura 1. Alojamento Lote A



Fonte: os autores.

Figura 2. Alojamento Lote B



Fonte: os autores.



REQUISITOS DA NBR 15270-1

As Tabelas 1 e 2 dispõem a quantidade de amostra para a inspeção geral, composta pela identificação e análise visual dos blocos, seguido pelos critérios de aceitação ou rejeição do lote.

Tabela 1. Quantidade mínima de amostras em relação à inspeção geral

Lotes	Número de blocos ou tijolos	
	1ª amostragem ou amostragem simples	2ª amostragem
1 000 a 250 000	13	13

Fonte: ABNT (2017a).

Tabela 2. Quantidade para aceitação da inspeção geral

Número de blocos constituintes		Unidades não conformes			
1ª amostragem	2ª amostragem	1ª amostragem		2ª amostragem	
		Nº de aceitação	Nº de rejeição	Nº de aceitação	Nº de rejeição
13	13	2	5	6	7

Fonte: ABNT (2017a).

As Tabelas 3 a 6 demonstram a quantidade de amostra e os critérios de aceitação ou rejeição do lote para a inspeção após os ensaios. São eles os ensaios de características geométricas (largura, altura, comprimento, paredes externas e septos, desvio em relação ao esquadro e planeza das faces), resistência à compressão e índice de absorção d'água.

Tabela 3. Quantidade mínima de amostras para as características geométricas e resistência à compressão

Lotes	Número de blocos ou tijolos
	1ª amostragem ou amostragem simples
1 000 a 250 000	13

Fonte: ABNT (2017a).

Tabela 4. Quantidade mínima de amostras para o índice de absorção d'água

Lotes	Número de blocos
	Amostragem simples
1 000 a 250 000	6

Fonte: ABNT (2017a).

Tabela 5. Quantidade de unidades não conformes para aceitação das características geométricas e resistência à compressão

Nº de blocos ou tijolos constituintes	Unidades não conformes	
	Número para aceitação do lote	Número para rejeição do lote
13	2	3

Fonte: ABNT (2017a).

Tabela 6. Quantidade de unidades não conformes para aceitação do índice de absorção d'água

Número de blocos ou tijolos constituintes	Unidades não conformes	
	Nº de aceitação do lote	Nº de rejeição do lote
6	1	2

Fonte: ABNT (2017a).

Todos os blocos selecionados para este trabalho devem ter resistência de no mínimo 1,5 Mpa. Sendo assim, possuem classificação VED15. Para blocos com essas características, os requisitos de medição são listados na Tabela 7.

Tabela 7. Requisitos de medição para blocos VED15

Bloco ou tijolo de vedação em parede vazada com furos ou vazados horizontais					
Classe	f_b mínimo MPa	Absorção d'água %	Geometria		
			Espessura mínima das paredes do bloco ou tijolo mm		Soma mínima das paredes em um mesmo corte transversal [externas e interna(s)] mm
			Externa	Interna	
VED15	1,5	8 a 25	7	Não há	20

Fonte: ABNT (2017a).

REQUISITOS IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE VISUAL

A inspeção geral é composta pela identificação e análise visual. São eles os primeiros passos a serem executados em uma avaliação, segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2017a).

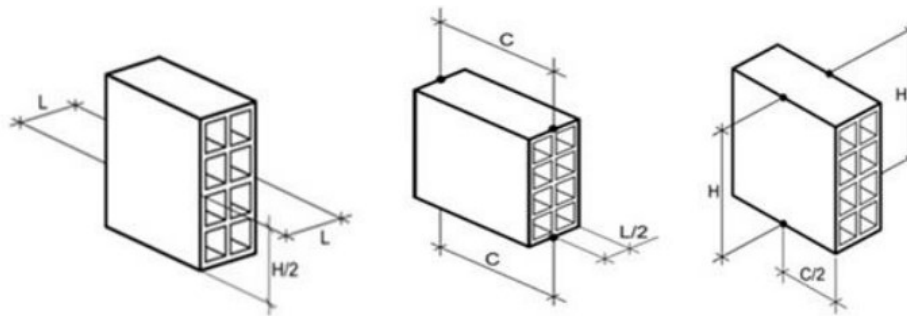
Os blocos devem possuir gravadas, em forma de relevo, as informações das fabricantes em uma de suas faces externas. Essas informações são padronizadas em norma. Portanto, as olarias devem seguir um padrão. Caso ocorra o não atendimento dessas informações em qualquer corpo de prova, o lote é rejeitado automaticamente. Devem ser identificadas estas informações: razão social ou nome fantasia; CNPJ do fabricante; telefone; data de fabricação; e medidas do bloco.

Seguindo para a análise visual, consta na norma que o bloco não pode possuir quebras, superfícies irregulares ou deformações. Esse é o único ensaio que permite uma segunda amostragem. Após a identificação e aprovação da análise visual, inicia-se o processo de inspeção por ensaios normatizados.

REQUISITOS E CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Esta etapa é dividida entre análise dimensional, desvio de esquadro, planeza das faces e paredes externas e septos. Para a análise dimensional, a Figura 3 representa os pontos ideais de medição para coleta de dados.

Figura 3. Locais para medição de largura, comprimento e altura



Fonte: ABNT (2017b).

Nota-se que a medida individual de cada bloco é dada pela média da soma da medição das duas faces opostas. A Tabela 8 pontua a tolerância quanto às medidas individuais de cada bloco e a tolerância para a média das medidas do lote.

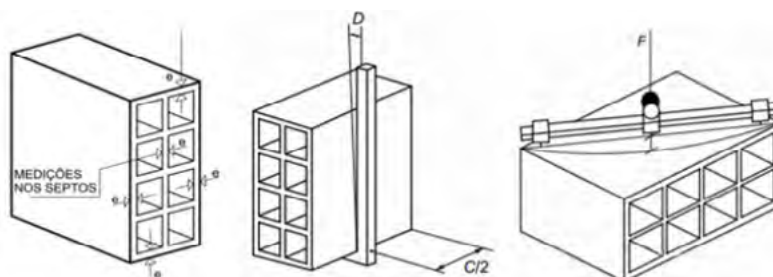
Tabela 8. Tolerância máxima permitida para ensaios dimensionais

Análise dimensionais			
Tolerância (mm)	Largura	Altura	Comprimento
Individual	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm
Média	± 3 mm	± 3 mm	± 3 mm

Fonte: ABNT (2017a).

A Figura 4 determina os locais de medição para ensaios de paredes externas e septos, desvio ao esquadro e planeza das faces (flecha).

Figura 4. Locais para medição de septos, esquadro e flecha



Fonte: ABNT (2017b).

O desvio e a flecha novamente são determinados através da média da soma do desvio ou flecha das duas faces. A NBR também impõe limites, como mínimo de medição, de quatro paredes externas e quatro septos. Seguindo a NBR 15270-1 (ABNT, 2017a), a tolerância admitida para esses ensaios é determinada pela Tabela 9.

Tabela 9. Tolerância máxima permitida para esquadro, flechas, paredes e septos

Tolerâncias			
Esquadro	Flechas	Septos externos	Septos internos
3 mm (máximo)	3 mm (máximo)	7 mm (mínimo)	Não há

Fonte: ABNT (2017a).

REQUISITOS PARA O ÍNDICE DE ABSORÇÃO D'ÁGUA

Para execução desse ensaio, faz-se necessária a medição da massa seca e úmida de seis corpos de prova. Para medir a massa seca (M_s), é necessário submeter os corpos de prova à secagem em estufa (105 °C) até que o peso do bloco se estabilize.

Após a determinação da massa seca, os corpos de prova devem ser mergulhados em água à temperatura ambiente por 24h, em um recipiente com dimensões apropriadas. Após esse período, os blocos são retirados da imersão, secados com um pano e pesados em até 15 minutos após a retirada, determinando, dessa forma, a massa úmida (M_u).

O cálculo do índice de absorção d'água (AA) é dado pela equação representada a seguir (ABNT, 2017b):

$$AA(\%) = \frac{M_u - M_s}{M_s} \times 100$$

Como o bloco é classificado como VED15, o índice deve ficar entre 8% a 25%.

REQUISITOS PARA A RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Em sequência ao cálculo da resistência à compressão, é necessário o cálculo da área bruta. Na NBR 15270-2 (ABNT, 2017b), consta que, para blocos com furos na horizontal, a área bruta (A_b) é determinada pela equação $L \times H$. No entanto, seriam capeadas as faces superiores e inferiores em uma obra padrão na região de Santa Catarina. Dessa forma, como a compressão seria feita de cima para baixo, a área a ser comprimida é, na verdade, dada pela equação $L \times C$.

Para execução do ensaio, os corpos de prova devem ser capeados, a fim de receberem uma distribuição uniforme dos esforços. O ensaio deve ser realizado em todos os 13 corpos de prova

de cada lote. O capeamento deve ser feito com cimento CP-V ARI e possuir espessura de até 3 mm. Após o endurecimento da camada, deve-se emergir os blocos por pelo menos 6 horas em água a temperatura ambiente.

A tensão aplicada deve ser calculada em relação à área bruta. Apenas os blocos da classe estrutural (EST) precisam ser submetidos ao cálculo da resistência característica à compressão. Portanto, não é necessário esse cálculo para blocos de vedação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

INSPEÇÃO GERAL

A identificação dos blocos foi a primeira etapa da avaliação. Nesse processo, os lotes A e B possuíam todas as informações gravadas em suas faces, enquanto o Lote C continha apenas a medida do bloco, o telefone e o nome do fabricante.

Como mencionado, a análise visual consiste em duas amostragens; no entanto, a amostra simples foi aprovada em todos os três lotes, tornando desnecessária a segunda amostragem. De acordo com a norma, os blocos só podem avançar para a etapa de inspeção por ensaios após a aprovação do lote na inspeção geral.

Os blocos referentes à olaria C possuíam as mesmas medidas, mas não eram todos do mesmo lote e não continham todas as informações gravadas nos corpos de prova. Portanto, o lote seria reprovado na etapa de identificação. Todavia, embora os blocos tenham sido reprovados na fase inicial, optou-se por dar continuidade à avaliação para verificar se os outros parâmetros seriam atendidos. O próximo passo é a execução da análise visual.

- **Lote A**

A Figura 5 mostra os corpos de prova do Lote A sobrepostos sobre a bancada do laboratório.

Figura 5. Alojamento do Lote A



Fonte: os autores.

Conforme a NBR 15270-1 (ABNT, 2017a), a amostragem simples permite reprovação de até 2 corpos de prova. Consequentemente, o lote está aprovado perante a análise visual, já que somente o bloco CP-A4 possuiu defeito, segundo o Quadro 2.

Quadro 2. Inspeção geral do Lote A

	Quebras	Superfície irregular	Deformações	Aprovação total
CP-A1	não	não	não	OK
CP-A2	não	não	não	OK
CP-A3	não	não	não	OK
CP-A4	sim	não	não	NÃO OK
CP-A5	não	não	não	OK
CP-A6	não	não	não	OK
CP-A7	não	não	não	OK
CP-A8	não	não	não	OK
CP-A9	não	não	não	OK
CP-A10	não	não	não	OK
CP-A11	não	não	não	OK
CP-A12	não	não	não	OK
CP-A13	não	não	não	OK

Fonte: os autores.

- **Lote B**

A Figura 6 mostra os corpos de prova do Lote B sobrepostos sobre a bancada do laboratório.

Figura 6. Alojamento do Lote B



Fonte: os autores.

Segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2017a), a amostragem simples permite reprovação de até 2 corpos de prova. Entretanto, o lote foi inteiramente aprovado na análise visual, segundo o Quadro 3.

Quadro 3. Inspeção geral do Lote B

	Quebras	Superfície irregular	Deformações	Aprovação total
CP-B1	não	não	não	OK
CP-B2	não	não	não	OK
CP-B3	não	não	não	OK
CP-B4	não	não	não	OK
CP-B5	não	não	não	OK
CP-B6	não	não	não	OK
CP-B7	não	não	não	OK
CP-B8	não	não	não	OK
CP-B9	não	não	não	OK
CP-B10	não	não	não	OK
CP-B11	não	não	não	OK
CP-B12	não	não	não	OK
CP-B13	não	não	não	OK

Fonte: os autores.



- **Lote C**

A Figura 7 mostra os corpos de prova do Lote B sobrepostos sobre a bancada do laboratório.

Figura 7. Alojamento do Lote C



Fonte: os autores.

De acordo com a NBR 15270-1 (ABNT, 2017a), a amostragem simples permite reprovação de até 2 corpos de prova. Assim sendo, o lote está aprovado perante a análise visual, já que somente os blocos CP-C1 e CP-C5 possuíram defeito, segundo o Quadro 4.

Quadro 4. Inspeção geral do Lote C

	Quebras	Superfície irregular	Deformações	Aprovação total
CP-C1	sim	sim	sim	NÃO OK
CP-C2	não	não	não	OK
CP-C3	não	não	não	OK
CP-C4	não	não	não	OK
CP-C5	não	sim	não	NÃO OK
CP-C6	não	não	não	OK
CP-C7	não	não	não	OK
CP-C8	não	não	não	OK
CP-C9	não	não	não	OK
CP-C10	não	não	não	OK
CP-C11	não	não	não	OK
CP-C12	não	não	não	OK
CP-C13	não	não	não	OK

Fonte: os autores.

Após a aprovação de todas as olarias na inspeção geral, inicia-se, então, a inspeção por ensaios.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

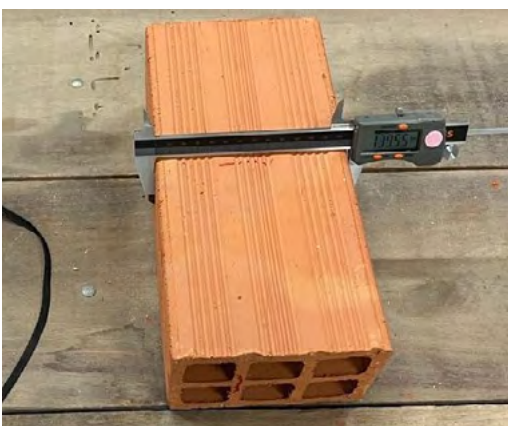
As características geométricas foram medidas através dos pontos solicitados na NBR 15270-1 (ABNT, 2017a). As Figuras 8, 9, 10, 11 e 12 mostram os locais de medições referentes à largura, altura, comprimento, desvio em relação ao esquadro e planeza das faces (flecha), respectivamente. Os valores são dados pela média da soma das medidas das duas faces.

Figura 8. Largura



Fonte: os autores.

Figura 9. Altura



Fonte: os autores.

Figura 10. Comprimento



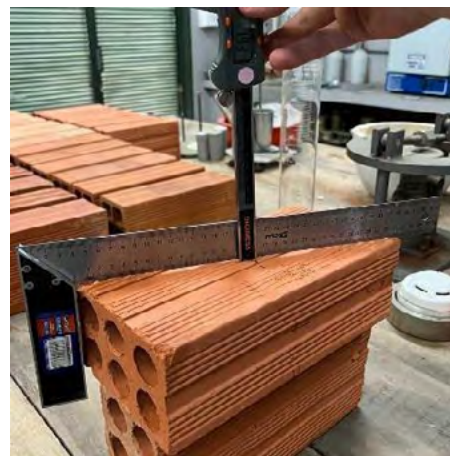
Fonte: os autores.

Figura 11. Desvio em relação ao esquadro



Fonte: os autores.

Figura 12. Flecha



Fonte: os autores.

A norma menciona que o ensaio de planeza das faces deve ser realizado com um deflectômetro. No entanto, na ausência do equipamento, utilizou-se um paquímetro.

Como se pode observar na Figura 13, das quatro faces dos blocos, foram medidas as paredes externas visualmente mais estreitas; os 4 septos foram medidos aleatoriamente.

Figura 13. Locais medição das paredes externas e septos



Fonte: os autores.

Os pontos de medições demonstrados nas Figuras 4 e 13 apontam para apenas uma medição de septo. Entretanto, a NBR 15270-1 (ABNT, 2017a) reafirma 4 como a quantidade finalmente utilizada no estudo.

- **Lote A**

Conforme a NBR 15270-1 (ABNT, 2017a), a amostragem de 13 unidades permite reprovação de até 2 corpos de prova, dos quais as medidas de largura (L), altura (H), comprimento (C), desvio em relação ao esquadro (D) e planeza das faces (F) são demonstradas na Tabela 10. Como se pode observar, não houve rejeição de nenhum bloco.

Tabela 10. Medidas de largura, altura, comprimento, desvio e flecha do Lote A

Blocos	Limites (mm)				
	85-95	135-145	285-295	3	3
	L (mm)	H (mm)	C (mm)	D (mm)	F (mm)
CP-A1	91,35	139,10	288,50	0,96	1,04
CP-A2	91,51	139,18	291,00	0,79	1,57
CP-A3	92,12	141,03	291,00	1,33	0,89

CP-A4	93,03	142,00	293,25	0,93	0,90
CP-A5	92,93	142,24	291,05	0,86	0,69
CP-A6	91,83	141,41	291,00	0,68	1,15
CP-A7	92,44	142,98	293,50	0,98	1,41
CP-A8	92,84	142,21	292,25	0,81	1,25
CP-A9	92,18	141,76	293,25	0,49	1,29
CP-A10	92,16	143,33	294,00	1,24	0,63
CP-A11	91,48	141,01	293,50	0,48	1,51
CP-A12	91,34	140,90	294,50	0,77	0,75
CP-A13	92,54	142,29	293,75	0,63	0,55

Fonte: os autores.

As médias da largura (L), altura (H) e comprimento (C) do Lote A também foram aprovados, já que a tolerância é de 3 mm para a média do lote. Os valores são exibidos na Tabela 11.

Tabela 11. Médias do Lote A para largura, altura e comprimento

Média		
L (mm)	H (mm)	C (mm)
92,13	141,58	292,42

Fonte: os autores.

As medidas das paredes externas (PE) devem ter, no mínimo, 7 mm, enquanto para os septos não há limite. Os valores são representados pela Tabela 12, e nenhum bloco reprovou na análise.

Tabela 12. Medida de quatro septos e quatro paredes externas do Lote A

Blocos	Septos (mm)							
	S 1	S 2	S 3	S 4	PE 1	PE 2	PE 3	PE 4
CP-A1	8,66	7,12	7,37	8,11	10,91	8,52	10,61	9,56
CP-A2	10,61	7,30	7,86	7,89	10,46	9,48	10,12	10,17
CP-A3	7,26	7,67	7,53	8,24	10,14	9,88	9,06	9,88
CP-A4	10,69	7,07	7,05	8,21	10,29	10,18	10,54	9,47

CP-A5	7,34	7,80	7,37	9,90	11,16	10,68	10,78	9,09
CP-A6	7,22	7,94	8,33	10,32	9,04	10,03	10,37	9,41
CP-A7	7,32	7,56	7,70	10,96	10,94	9,90	11,10	9,52
CP-A8	7,33	8,83	7,23	10,41	10,86	10,63	10,70	8,87
CP-A9	7,15	8,02	8,18	8,87	9,94	8,91	10,24	9,02
CP-A10	8,95	7,03	7,10	8,07	9,75	9,52	10,72	9,30
CP-A11	8,03	8,76	8,53	10,05	9,42	9,09	9,67	8,50
CP-A12	7,13	8,47	8,09	10,18	9,34	8,50	9,90	9,77
CP-A13	6,28	7,75	6,92	9,15	9,69	9,22	9,03	9,07

Fonte: os autores.

• Lote B

Conforme a NBR 15270-1 (ABNT, 2017a), a amostragem de 13 unidades permite reprovação de até 2 corpos de prova, dos quais as medidas de largura (L), altura (H), comprimento (C), desvio em relação ao esquadro (D) e planeza das faces (F) são demonstradas na Tabela 13. Como se pode observar, não houve rejeição de nenhum bloco.

Tabela 13. Medidas de largura, altura, comprimento, desvio e flecha do Lote B

Blocos	Limites (mm)				
	85-95	135-145	285-295	3	3
	L (mm)	H (mm)	C (mm)	D (mm)	F (mm)
CP-B1	89,03	138,74	288,00	2,19	0,73
CP-B2	88,85	139,58	288,75	0,89	0,35
CP-B3	89,56	139,66	290,00	0,65	0,71
CP-B4	89,26	139,68	289,25	1,45	0,59
CP-B5	88,71	139,72	289,50	0,36	0,91
CP-B6	89,56	140,27	290,50	1,13	0,54
CP-B7	89,37	139,90	289,40	1,36	0,65
CP-B8	89,26	139,95	290,00	1,27	0,26
CP-B9	88,49	139,30	287,75	1,29	0,42
CP-B10	88,93	139,57	289,00	0,58	0,51
CP-B11	89,42	139,53	288,50	1,05	1,06

CP-B12	88,78	139,24	290,40	0,71	1,06
CP-B13	88,91	139,64	289,00	1,35	0,63

Fonte: os autores.

A média da largura (L), altura (H) e comprimento (C) do Lote B também foram aprovados, já que a tolerância é de 3 mm para a média do lote. Os valores são exibidos na Tabela 14.

Tabela 14. Médias do Lote B para largura, altura e comprimento

Média		
L (mm)	H (mm)	C (mm)
89,08	139,60	289,23

Fonte: os autores.

As medidas das paredes externas (PE) devem ter, no mínimo, 7 mm; para os septos, não há limite. Os valores são representados pela Tabela 15, e nenhum bloco reprovou na análise.

Tabela 15. Medida de quatro septos e quatro paredes externas do Lote B

Blocos	Septos (mm)							
	S 1	S 2	S 3	S 4	PE 1	PE 2	PE 3	PE 4
CP-B1	7,79	7,24	7,40	7,04	8,37	9,36	10,16	8,55
CP-B2	7,59	7,36	7,62	6,78	9,23	8,25	8,12	9,39
CP-B3	7,22	7,95	7,80	6,91	10,00	8,67	8,40	9,45
CP-B4	7,40	7,76	7,62	6,94	9,25	9,55	8,20	9,44
CP-B5	7,89	7,43	7,18	7,27	9,65	8,30	8,30	9,69
CP-B6	8,09	8,02	8,72	7,62	8,64	9,40	9,49	10,00
CP-B7	7,70	7,77	7,72	6,78	10,00	9,10	8,50	7,90
CP-B8	7,55	7,51	8,22	7,54	9,05	9,38	8,50	9,75
CP-B9	7,20	7,70	7,73	7,17	8,93	8,20	8,33	9,30
CP-B10	7,80	7,52	7,68	7,20	9,00	9,00	8,48	8,91
CP-B11	7,20	7,25	7,40	7,26	10,22	9,15	8,30	9,10
CP-B12	7,28	7,55	7,48	6,81	9,11	9,50	9,25	9,00
CP-B13	8,20	7,92	7,10	6,30	9,70	9,20	8,48	9,12

Fonte: os autores.

- **Lote C**

Conforme a NBR 15270-1 (ABNT, 2017a), a amostragem de 13 unidades permite reprovação de até 2 corpos de prova, dos quais as medidas de largura (L), altura (H), comprimento (C), desvio em relação ao esquadro (D) e planicidade das faces (F) são demonstradas na Tabela 16. Como se pode observar, não houve rejeição de nenhum bloco.

Tabela 16. Medidas de largura, altura, comprimento, desvio e flecha do Lote C

Blocos	Limites (mm)				
	85-95	135-145	285-295	3	3
	L (mm)	H (mm)	C (mm)	D (mm)	F (mm)
CP-C1	88,99	138,26	291,00	1,68	2,07
CP-C2	88,06	138,63	289,00	0,35	0,64
CP-C3	87,72	139,56	291,25	2,98	0,99
CP-C4	87,79	139,61	290,50	2,09	1,17
CP-C5	89,43	142,43	289,75	1,91	2,60
CP-C6	88,85	139,34	291,50	1,06	1,28
CP-C7	89,78	141,00	289,00	2,20	0,90
CP-C8	90,25	139,79	287,75	1,89	1,03
CP-C9	87,44	139,07	288,75	1,95	0,88
CP-C10	87,49	138,14	288,00	0,72	1,09
CP-C11	87,73	138,37	292,25	0,83	0,96
CP-C12	87,60	138,54	290,00	2,70	2,80
CP-C13	88,62	138,40	289,00	0,53	0,70

Fonte: os autores.

As médias da largura (L), altura (H) e comprimento (C) do Lote C também foram aprovados, já que a tolerância é de 3 mm para a média do lote. Os valores são exibidos na Tabela 17.

Tabela 17. Médias do Lote C para largura, altura e comprimento

Média		
L (mm)	H (mm)	C (mm)
88,44	139,32	289,83

Fonte: os autores.

As medidas das paredes externas (PE) devem ter, no mínimo, 7 mm; para os septos (S), não há limite. Os valores são representados pela Tabela 18, e o lote está aprovado, já que somente o bloco CP-C10 foi rejeitado.

Tabela 18. Medida de quatro septos e quatro paredes externas do Lote C

Blocos	Septos (mm)							
	S 1	S 2	S 3	S 4	PE 1	PE 2	PE 3	PE 4
CP-C1	7,25	7,55	7,62	7,77	8,40	7,76	8,46	9,71
CP-C2	8,45	8,92	8,02	7,30	8,85	8,20	9,60	8,45
CP-C3	8,35	7,53	7,60	9,22	7,60	10,00	8,04	8,95
CP-C4	7,70	6,46	7,29	7,38	10,08	10,08	9,00	8,36
CP-C5	7,55	8,30	8,31	7,26	8,78	10,20	9,20	9,35
CP-C6	7,30	8,40	8,00	6,45	8,00	10,36	8,20	9,35
CP-C7	8,40	8,06	8,15	8,44	9,50	11,26	9,10	9,55
CP-C8	8,30	8,59	8,17	7,82	9,15	9,65	8,90	9,75
CP-C9	7,20	6,78	7,05	9,31	8,34	8,12	9,50	9,20
CP-C10	8,80	7,06	7,49	9,41	7,80	6,41	8,82	8,20
CP-C11	8,40	8,60	8,57	7,30	9,40	8,20	9,20	9,10
CP-C12	6,89	8,31	8,82	9,67	8,60	8,24	8,00	7,66
CP-C13	8,50	8,92	8,62	6,66	9,00	8,20	9,00	8,60

Fonte: os autores.

ÍNDICE DE ABSORÇÃO D'ÁGUA

A primeira etapa a ser executada neste processo é a secagem dos blocos. A massa seca foi determinada após os corpos de prova permanecerem por 5h na estufa a 105 °C; afinal, após a pesagem, a massa seca não se alterou entre 4 e 5 horas de permanência na estufa.

Figura 14. Blocos na estufa por 5 horas



Fonte: os autores.

Em seguida, as unidades devem ser submetidas a água na temperatura ambiente durante 24 horas. Após retirada e secagem do excedente de água na superfície do corpo de prova, deve-se pesá-lo em até 15 minutos para identificação da massa úmida. As Figuras 15 e 16 demonstram os blocos submersos e a pesagem em balança.

Figura 15. Blocos imersos em água por 24h



Fonte: os autores.

Figura 16. Pesagem de massa seca e massa úmida



Fonte: os autores.

Os blocos da classe VED15 devem possuir o índice de absorção d'água entre 8% e 25%. Esse é o único ensaio que permite uma amostragem reduzida de 6 unidades de corpos de prova. Sendo assim, o número de rejeição é de, no máximo, 1 corpo de prova.



- **Lote A**

Segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2017a), deve-se medir a massa seca (Ms) e a massa úmida (Mu) para o cálculo do índice de absorção d'água (AA), seguindo a equação. Os dados citados são demonstrados na Tabela 19, e o Lote A foi aprovado.

Tabela 19. Medidas de massa seca, massa úmida e índice de absorção do Lote A

Bloco A	Massa seca (g)	Massa úmida (g)	AA (%)
CP-A8	3305,50	4103,17	24,13
CP-A9	3269,80	4048,93	23,83
CP-A10	3344,80	4115,52	23,04
CP-A11	3204,50	3951,32	23,31
CP-A12	3205,00	3958,21	23,50
CP-A13	3314,00	4079,45	23,10

Fonte: os autores.

- **Lote B**

Segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2017a), deve-se medir a massa seca (Ms) e a massa úmida (Mu) para o cálculo do índice AA, seguindo a sua equação. Os dados citados são demonstrados na Tabela 20, e o Lote B foi aprovado.

Tabela 20. Medidas de massa seca, massa úmida e índice de absorção do Lote B

Bloco B	Massa seca (g)	Massa úmida (g)	AA (%)
CP-B8	2775,80	3169,20	14,17
CP-B9	2736,90	3118,30	13,94
CP-B10	2782,40	3163,90	13,71
CP-B11	2769,80	3167,90	14,37
CP-B12	2697,20	3121,90	15,75
CP-B13	2750,30	3140,70	14,19

Fonte: os autores.

- **Lote C**

Segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2017a), deve-se medir a massa seca (Ms) e a massa úmida (Mu) para o cálculo do índice AA, seguindo a equação. Os dados citados são demonstrados na Tabela 21, e o Lote C foi aprovado.

Tabela 21. Medidas de massa seca, massa úmida e índice de absorção do Lote C

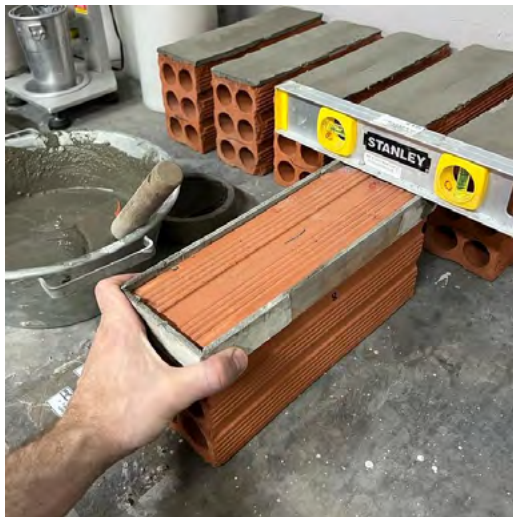
Bloco C	Massa seca (g)	Massa úmida (g)	AA (%)
CP-C8	2556,60	3179,40	24,36
CP-C9	2616,20	3211,40	22,75
CP-C10	2351,70	2901,80	23,39
CP-C11	2558,40	3155,10	23,32
CP-C12	2407,50	2963,30	23,09
CP-C13	2550,10	3143,20	23,26

Fonte: os autores.

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Para a execução do ensaio de resistência à compressão, fez-se necessária a cobertura dos blocos com uma camada de até 3 mm de argamassa. Para o nivelamento do bloco, foi utilizado um molde de madeira e nível bolha. As Figuras 17 e 18 mostram o bloco sendo nivelado e, em seguida, coberto com argamassa.

Figura 17. Nivelamento do molde



Fonte: os autores.

Figura 18. Bloco coberto com argamassa



Fonte: os autores.

Em seguida, os blocos são submersos por 6 horas em água a temperatura ambiente, para, enfim, serem posicionados na prensa e rompidos. As Figuras 19, 20 e 21 mostram os blocos capeados submersos, o bloco posicionado na prensa e o bloco rompido, respectivamente.

Figura 19. Blocos capeados submersos por seis horas



Fonte: os autores.

Figura 20. Bloco na prensa



Fonte: os autores.

Figura 21. Bloco rompido



Fonte: os autores.

Segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2017a), deve-se medir a carga máxima em newtons (N) na prensa e dividir pela média das áreas brutas das duas faces (mm^2), para resultar na resistência do bloco. No caso de a carga máxima ser expressa em Quilo Newton e a área bruta em centímetros quadrados, deve-se multiplicar por 10 para chegar à resistência em Mega Pascal (MPa) do bloco.

- **Lote A**

Segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2017a), deve-se medir a carga máxima (KN) na prensa e a área bruta (cm²) para chegar à resistência (MPa) do bloco. Os dados citados são demonstrados na Tabela 22, e o Lote A foi completamente reprovado, com nenhum bloco superando a resistência mínima de 1,5 MPa para blocos VED15.

Tabela 22. Medidas de pressão, área bruta e resistência do Lote A

Blocos	KN	Ab (cm2)	MPa
CP-A1	29,79	263,54	1,13
CP-A2	25,66	266,29	0,96
CP-A3	21,08	268,07	0,79
CP-A4	18,96	272,80	0,70
CP-A5	16,49	270,46	0,61
CP-A6	33,88	267,23	1,27
CP-A7	31,66	271,31	1,17
CP-A8	17,10	271,32	0,63
CP-A9	27,03	270,30	1,00
CP-A10	22,13	270,95	0,82
CP-A11	24,42	268,48	0,91
CP-A12	28,95	269,00	1,08
CP-A13	29,66	271,82	1,09

Fonte: os autores.

- **Lote B**

Segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2017a), deve-se medir a carga máxima (KN) na prensa e a área bruta (cm²) para chegar à resistência (MPa) do bloco. Os dados citados são demonstrados na Tabela 23, e o Lote B foi aprovado, já que somente os blocos CP-B2 e CP-B13 foram rejeitados.

Tabela 23. Medidas de pressão, área bruta e resistência do Lote B

Blocos	KN	Ab (cm2)	MPa
CP-B1	40,60	256,39	1,58
CP-B2	37,22	256,55	1,45
CP-B3	44,57	259,72	1,72
CP-B4	43,44	258,17	1,68

CP-B5	42,83	256,80	1,67
CP-B6	39,07	260,16	1,50
CP-B7	45,23	258,64	1,75
CP-B8	44,54	258,85	1,72
CP-B9	45,72	254,62	1,80
CP-B10	41,49	256,99	1,61
CP-B11	39,66	257,98	1,54
CP-B12	41,68	257,80	1,62
CP-B13	37,14	256,94	1,45

Fonte: os autores.

• Lote C

Segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2017a), deve-se medir a carga máxima (KN) na prensa e a área bruta (cm²) para chegar à resistência (MPa) do bloco. Os dados citados são demonstrados na Tabela 24, e o Lote C foi quase todo reprovado, com somente 3 corpos de prova ultrapassando a resistência mínima de 1,5 MPa para blocos VED15.

Tabela 24. Medidas de pressão, área bruta e resistência do Lote C.

Blocos	KN/m	Ab (cm2)	MPa
CP-C1	28,75	258,96	1,11
CP-C2	38,90	254,49	1,53
CP-C3	30,22	255,47	1,18
CP-C4	28,90	255,02	1,13
CP-C5	23,72	259,11	0,92
CP-C6	35,63	258,98	1,38
CP-C7	19,51	259,46	0,75
CP-C8	29,60	259,68	1,14
CP-C9	22,26	252,47	0,88
CP-C10	25,27	251,97	1,00
CP-C11	52,19	256,38	2,04
CP-C12	41,48	254,04	1,63
CP-C13	34,57	256,10	1,35

Fonte: os autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em abordagem aos critérios de identificação, os blocos da olaria C reprovaram, pois provinham de lotes diferentes e não possuíam todas as informações gravadas em seus corpos. Prosseguindo para a análise visual, todos foram aprovados, sendo que o Lote A possuiu apenas uma quebra, o Lote B não possuiu defeitos e o Lote C possuiu defeitos em dois corpos de prova.

Visando aos principais ensaios propostos de tolerância dimensional, espessura dos septos, desvio em relação a esquadro, planeza das faces ou flecha, resistência à compressão e índice de absorção d'água, apenas a olaria B foi aprovada.

Já os blocos referentes às olarias A e C, apesar de reprovarem apenas na resistência a compressão, possuíram rejeições acima do esperado. Isso indica que, apesar da aprovação das características visuais e índice de absorção d'água dentro dos parâmetros, as olarias A e C foram rejeitadas.

Sendo assim, os blocos vendidos em olarias distintas do estado de Santa Catarina apresentam bom resultado nos ensaios de tolerância dimensional, espessura dos septos, desvio em relação a esquadro, planeza das faces ou flecha e índice de absorção d'água. Contudo, pecam na resistência, o que não garante ao consumidor as qualidades delimitadas pela norma. Dessa forma, o desperdício de materiais no canteiro de obras e os problemas de manifestações patológicas podem aparecer em consequência de baixa resistência de blocos de vedação.

Como sugestão para futuros trabalhos baseados nos ensaios de blocos cerâmicos em Santa Catarina, recomenda-se a análise de 3 lotes completos, com as dimensões 9 cm x 14 cm x 29 cm (L x H x C), em que todos os blocos sejam do mesmo lote e que sejam aprovados na identificação.



REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1**: Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria estrutural e de vedação e para alvenaria racionalizada. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-2**: Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

CRUZ, C. **A cerâmica e suas aplicações**. 2022. Disponível em: <https://revista.anicer.com.br/a-ceramica-e-suas-aplicacoes/>. Acesso em: 14 nov. 2023.



DANILO GALDINO DA CONCEIÇÃO¹
CAMILLA GABRIELA M. AMPESAN BRAUN²

Cemitérios e Meio Ambiente: Danos Causados por Necrochorume

Cemeteries and the environment: damage caused by necrochorume

ARTIGO 3

54-64

¹ Acadêmico de Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI,
e-mail: galdinolds@gmail.com.

² Professor Tutor Externo de Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI

Resumo: Os cemitérios podem ser considerados potenciais fontes de contaminação do solo e das águas subterrâneas em locais de sepultamento onde não há um sistema de coleta e tratamento do necrochorume. Dependendo da região, os altos níveis de precipitação e a falta de manutenção aumentam a propagação desse composto tóxico. Este efeito poderia ser evitado com as condições de construção adequadas. Esta pesquisa tem como objetivo abordar o preocupante problema da contaminação ambiental por necrochorume oriundo dos cemitérios, através de uma revisão de literatura. Serão apontadas medidas de remediação e/ou tratamento geralmente empregadas, tal como as pastilhas contêm colônias de bactérias que são capazes de degradar matéria orgânica. Ficou evidente que é necessário o monitoramento do solo e água dos cemitérios e entorno, pois o acompanhamento regular e a implementação rigorosa das normas ambientais e o efetivo cumprimento da Resolução nº 368 do CONAMA, que estabelece critérios e procedimentos para o licenciamento ambiental de cemitérios, são fundamentais para mitigar esses riscos e garantir a segurança da população e a preservação dos recursos naturais.

Palavras-chave: Contaminação. Necrochorume. Ambiente.

Abstract: Cemeteries can be considered potential sources of soil and groundwater contamination in burial sites where there is no collection and treatment system for necrochorume. Depending on the region, high levels of precipitation and lack of maintenance increase the spread of this toxic compound. This effect could be avoided with proper construction conditions. This research aims to address the concerning issue of environmental contamination by necrochorume originating from cemeteries through a literature review. Remediation and/or treatment measures commonly employed, such as tablets containing bacterial colonies capable of degrading organic matter, will be highlighted. It became evident that monitoring the soil and water of cemeteries and their surroundings is necessary. Regular monitoring, strict implementation of environmental standards, and the effective enforcement of CONAMA Resolution n. 368, which establishes criteria and procedures for the environmental licensing of cemeteries, are essential to mitigate these risks, ensuring public safety and the preservation of natural resources.

Keywords: Contamination; Necrochorume; Environment.

INTRODUÇÃO

O “desenvolvimento das sociedades humanas”, nos mais diversos cenários, tem favorecido a escassez dos recursos naturais, sem demonstrar preocupação mais rigorosa com o meio ambiente. À medida que o crescimento populacional se intensifica, consequentemente os óbitos também aumentam. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), em novembro de 2022, a população mundial excedeu o número de 8 bilhões de pessoas. Focando no cenário nacional, no mesmo ano, ocorreram 2,58 milhões de nascimentos. Em oposição a esse quadro, ocorreram quase 1,49 milhões de óbitos (Vieira, 2002).

A decomposição de um animal divide-se em alguns processos, dentre eles, o coliquativo. Nesta etapa, acontece a desintegração e amolecimento dos tecidos, que se transformam em um semilíquido ou líquido viscoso de cor castanho-acinzentada de cheiro acre e fétido, denominado necrochorume ou produto da coliquação. Os agentes biológicos, físicos e químicos que promovem a decomposição da matéria dos corpos e todo esse processo derivam a partir de uma série de compostos potencialmente poluentes (Glagliano *et al.*, 2011).

Em síntese, desde o princípio da história da humanidade, as pessoas detêm a prática cultural de enterrar seus mortos em lugares característicos, representativos e específicos, lugares esses conhecidos comumente como cemitérios. Esses espaços estão entre as principais fontes antropogênicas de poluição e contaminação do solo e água em áreas urbanas e não urbanas (Braz; Lopes, 2005).

Existem cemitérios que funcionam em obediência às leis e legislações constituídas, contudo, ainda há muitos casos de total e/ou parcial abandono, sem considerar o meio ambiente, tampouco a população circunvizinha (Almeida, 2010; Fonka; Kunt, 2011).

Por conseguinte, torna-se necessário um estudo que analise os efeitos nocivos à saúde da po-

pulação gerada por essas fontes poluidoras. Nesse sentido, o presente artigo teve as seguintes questões centrais: os órgãos responsáveis pela fiscalização dos cemitérios públicos e privados no Brasil avaliam eficientemente as questões ambientais referente à contaminação por necrochorume? Quais as opções de remediação a curto e longo prazo? Esta pesquisa tem como objetivo abordar o preocupante problema da contaminação ambiental por necrochorume oriundo dos cemitérios por meio de uma revisão de literatura, buscando evidenciar as consequências inevitáveis causadas por essa contaminação, as medidas preventivas e a remediação dessa problemática.

REVISÃO LITERÁRIA

DECOMPOSIÇÃO DOS CORPOS E O NECROCHORUME

Hino (2015) enfatiza que os restos mortais não desaparecem pelo simples fato de serem enterrados. Pelo contrário, continuam a servir como reservatórios de inúmeros microrganismos, muitos dos quais são patogênicos. Quando um indivíduo falece, o processo de degradação ocorre por ação enzimática e bacteriana, resultando, ao final, em gases e necrochorume. O primeiro ano de sepultamento do cadáver é considerado, do ponto de vista microbiológico, o mais importante. Nesse período, ocorre a liberação do necrochorume, uma solução formada por água (60%), sais minerais (30%) e substâncias orgânicas (10%). As substâncias tóxicas excretadas pelo organismo humano podem incluir compostos à base de carbono, amoníaco, cloreto, sulfato, sódio, potássio, além da putrescina e cadaverina, responsáveis pela transmissão de doenças infectocontagiosas, como a febre tifoide e a hepatite (Hino, 2015).

A cadaverina (1,5-diaminopentano) e a putrescina (1,4-diaminobutano) são as principais

responsáveis pelo odor de putrefação. Contudo, não se associam somente a esse processo, podendo ser produzidas nos organismos vivos e caracterizando alguns odores como urina, sêmen e mau hálito, bem como os odores de queijos fedorentos. No produto da coliquação, pode haver também metais pesados (provenientes dos adereços do caixão), substâncias farmacológicas, formaldeídos e metanol (esses dois últimos do embalsamamento) ou resíduos de tratamentos químicos (quimioterapia). Após o óbito, cada corpo humano decomposto é capaz de liberar uma média de 30 a 40 litros de necrochorume (Almeida *et al.*, 2006).

Dessa forma, um determinado local que recebe essa quantidade de líquido, capaz de infiltrar-se no solo, sem nenhuma medida mitigadora ou de prevenção, certamente resultará em danos ambientais (Figura 1). O dilema, nesse caso, resume-se em evitar a contaminação do solo, da água e do ar (Boechat, 2014).

Figura 1. Sepultura vazando necrochorume



Fonte: Alcântara *et al.* (2010, p. 22).

Sobre a composição química do necrochorume, Carvalho (2019 *apud* Silva *et al.*, 2014) menciona que:

é possível encontrar altos índices de bactérias que degradam a matéria orgânica, proteínas e lipídios, além

disso, é possível encontrar bactérias excretadas por animais e humanos, “como coliformes totais (*Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Citrobacter*), *Streptococcus faecalis* e alguns clostrídios como, por exemplo, *Clostrídios perfringens*. Também é possível encontrar bactérias patogênicas e enterovírus.

CEMITÉRIOS E A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Um cemitério é o local onde os restos mortais ou cadáveres dos defuntos são enterrados. Dependendo da cultura, local e/ou recursos, os corpos podem ser colocados em caixões, sarcófagos ou simplesmente enrolados em panos, para que possam ser enterrados no subsolo ou depositados em túmulos, mausoléus ou outros tipos de sepulturas. A palavra “cemitério” vem do grego **koimetérion**, que significa dormitório, porque, de acordo com a crença cristã, nesse local, os corpos dormem até o dia da ressurreição. Somente na Idade Média, esse modelo de espaço passou a ser utilizado. Os enterros aconteciam geralmente no centro da cidade, ao redor da Igreja Católica (Matos, 2001; Carneiro, 2009).

No século XVII, os protestantes e suas ideias dividiram a Igreja Católica na Europa, fazendo-se necessária a construção de novos locais propícios para sepultamento fora dos terrenos católicos e afastados da cidade. Em 1850, no Brasil, foi criada a Junta Central de Higiene, responsável pela coordenação do sistema de saúde. Foi estabelecido que a localização dos cemitérios deveria ser na área externa da cidade, para afastar da população as periculosidades que esses lugares implicavam. Os sepultamentos em locais impróprios extinguiram-se definitivamente no ano de 1927, quando o Código de Direito Canônico proibiu terminantemente essa prática (Kemerich, 2014).

Em 3 de abril de 2003, foi divulgada a Resolução nº 335 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Essa resolução foi alterada em 2006 (nº 368) e estabelece os pontos considerados equivocados ou ineficientes para o controle da contaminação (Brasil, 2003; 2006).

Atualmente, no Brasil, três tipos de cemitérios são conhecidos: o horizontal, o vertical e o cemitério parque/jardim. O **cemitério horizontal**, tradicionalmente, é o tipo mais comum e consiste em um terreno amplo onde os túmulos são dispostos horizontalmente no solo. Contém sepulturas individuais ou coletivas, geralmente marcadas por lápides ou cruzes, e oferece um espaço para sepultamento diretamente na terra, com túmulos acessíveis ao nível do solo (Figura 2). O **cemitério vertical** é um modelo mais moderno, em que os corpos são sepultados em estruturas verticais, como prédios ou mausoléus. Ele possui gavetas ou nichos empilhados verticalmente, muitas vezes em edifícios de vários andares, e ocupa menos espaço no solo, sendo uma solução eficiente em áreas urbanas densamente povoadas (Figura 3). Frequentemente, inclui sistemas que evitam a contaminação do solo e das águas subterrâneas. O **cemitério parque/jardim se destaca** por sua estética paisagística, com uma aparência semelhante a um parque ou jardim. As sepulturas são geralmente planas e cobertas por grama, com pequenas placas de identificação no nível do solo (Figura 4). Ele foca na integração com a natureza, proporcionando um ambiente mais sereno e menos típico de um cemitério. Muitas vezes, inclui áreas ajardinadas, caminhos para caminhadas e espaços para meditação (Neira *et al.*, 2008; Glaciano *et al.*, 2011).

Todos esses tipos de cemitérios têm o mesmo funcionamento básico, mas têm princípios e motivos diferentes para serem da maneira

que são. Após levantamento realizado por Matos (2001) e Carneiro (2009), em que foram analisados mais de mil cemitérios no país, entre públicos e privados, chegou-se à conclusão de que cerca de 70% dos cemitérios públicos brasileiros têm problemas de ordem ambiental e sanitária. São transtornos que começam na superfície, com a proliferação de animais vetores de doenças, e continuam no subsolo, com a contaminação do lençol freático.

Figura 2. Cemitério parque



Fonte: <https://www.floriculturacemiterio.com.br/rio-de-janeiro/floricultura-cemiterio-memorial-dos-lagos-cabo-frio-rj/>. Acesso em: 19 ago. 2024.

Figura 3. Cemitério vertical



Fonte: <https://camboriu.news/cemiterio-vertical-de-balneario-camboriu-custara-cerca-de-r-700-mil/>. Acesso em: 19 ago. 2024.

Figura 4. Cemitério horizontal



Fonte: <https://www.itatiaia.com.br/cidades/2024/02/20/empresa-e-condenada-em-r-10-mil-por-convocar-trabalhador-a-voltar-ao-servico-apos-sepultamento-da-mae>. Acesso em: 19 ago. 2024.

A geologia em que se encontra o cemitério é de total importância, visto que há solos que são menos permeáveis ou mais permeáveis. Betiatto, Souza e Bini (2015) observam que um solo muito permeável não é viável, pois o necrochorume atinge regiões mais profundas. Em compensação, o solo muito impermeável dificulta a decomposição cadavérica. O ideal é um solo intermediário em termos de porosidade, com um intervalo de porosidade do solo permitido para instalações de cemitérios geralmente variando entre 35% e 45%. A topografia do terreno também é de suma importância: quanto mais íngreme for o terreno, mais propenso à erosão ele será. Quanto mais profundas forem as águas subterrâneas, menos vulneráveis elas serão à contaminação (Betiatto; Souza; Bini, 2015).

MÉTODOS DE REMEDIAÇÃO

Devido à propagação das informações sobre os malefícios gerados pela contaminação dos solos e águas pelo necrochorume, ampliou-se a necessidade de sanar esta problemática.

Adiante, serão apontadas medidas de remediação e/ou tratamento geralmente empregadas.

TRATAMENTO: FILTRO BIOLÓGICO

Mais comumente utilizado em cemitérios parque, trata-se de um conjunto de tubulações que conduz o líquido da coligação das sepulturas ao filtro biológico. Nesse processo, o ar atmosférico, em contato com o necrochorume, faz a degradação em meio poroso através de um leito artificial composto por materiais grosseiros, como cascalhos, materiais sintéticos, britas, concretos, dentre outros (Hino, 2015).

PASTILHAS

Essas pastilhas contêm colônias de bactérias que são capazes de degradar matéria orgânica. No momento em que começa a liberação do necrochorume, as pastilhas começam seu trabalho de digestão de gorduras, óleos, lipídeos e outros,



transformando-os em dióxido de carbono e água (Figura 5). São inseridas na lombar do cadáver no ato do sepultamento (Jalowitzki, 2016).

Figura 5. Pastilhas

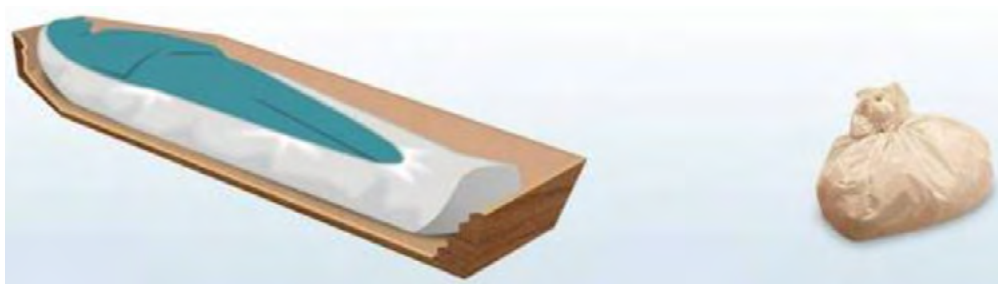


Fonte: Jalowitzki (2016).

MANTAS ABSORVENTES

A manta é produzida a partir de um plástico muito resistente e impermeável. Possui camada de celulose em pó ao fundo (Figura 6). Quando entra em contato com o necrochorume, a celulose transforma-se em gel que retém o líquido, não permitindo extravasamento para exterior da sepultura. A destruição do líquido coliquativo acontece *in natura* pelas bactérias do corpo, que, no fim, morrem por falta de nutrição. Essa manta possui um fio de náilon nas bordas, que é puxado no momento da exumação, convertendo-se em saco de ossos (Xavier, 2018).

Figura 6. Mantas absorventes



Fonte: Jalowitzki (2016).

METODOLOGIA

A fim de realizar esta revisão bibliográfica, foram selecionados 21 artigos publicados entre 2000-2019 nos idiomas português e inglês, referentes ao tema “cemitérios e meio ambiente: danos causados por necrochorume”.

Os estudos e pesquisas utilizados foram obtidos através de bases de dados como Google Acadêmico, SciELO, PubMed, Repositórios acadêmicos e documentos de órgão oficiais, utilizando estas palavras-chave: necrochorume, contaminação e meio ambiente.

Quanto aos critérios de exclusão, foram: artigos científicos em idioma diferente dos selecionados; publicações anteriores ao ano referido; sites informais; e entrevistas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pacheco *et al.* (2001), em sua pesquisa avaliando os lençóis freáticos no entorno dos cemitérios em Vila Nova Cachoeirinha e Vila Formosa, ambos em São Paulo, e Areia Branca, em Santos, confirmou a presença de bactérias em todas as amostras. As amostras recolhidas em Vila Nova Cachoeirinha continham principalmente bactérias proteolíticas, heterotróficas, lipolíticas e coliformes fecais. As amostras exsudavam um cheiro insípido. Muitas dessas bactérias são patogênicas, tais como *Pseudomonas* e *Bacillus*, bons indicadores de contaminantes originários de sepulturas devido à capacidade de decompor proteínas e lipídios.

Em quatro cemitérios em Santa Maria, no estado do Rio Grande do Sul, estudos feitos por Almeida (2010) revelaram que as bactérias podem migrar a uma distância de vários metros além do cemitério. O número de bactérias diminuiu à medida que a distância aumentou. Os vírus também foram transportados pelo menos 3,2 metros através da camada insaturada e atingiram as águas subterrâneas. As investigações de Silva (2001) revelaram também que a maior contaminação ocorreu nos locais onde as sepulturas estavam perto do lençol freático, as sepulturas não eram mais antigas que um ano e os túmulos situavam-se nas partes baixas do cemitério.

Isso foi também confirmado por Fofonka e Kunt (2011) em investigação realizada em quatro cemitérios: da Paz e da Saudade em Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais, e em São Gonçalo e Parque Bom Jesus, na região de Cuiabá, no estado de Mato Grosso. Em todos esses quatro cemitérios, a qualidade das águas subterrâneas era insatisfatória, ou seja, imprópria para consumo.

Estudos no cemitério de Itaquera, em São Paulo (Silva *et al.*, 2014), revelaram a presença de coliformes totais e bactérias classificadas como *Shigella* e *Klebsiella* spp., capazes de causar diarreia.

Para Bortolassi (2012) a infiltração e o fluxo de contaminantes como o necrochorume nos solos variam predominantemente de acordo com o número de enterramentos recorrentes, a profundidade do lençol freático, a condutividade hidráulica e os minerais de argila que compõem o solo, além da sua capacidade de troca catiônica. Segundo Hino (2015), uma importante ferramenta para o diagnóstico e avaliação da contaminação orgânica e inorgânica



UMA DELAS SERIA A INSTALAÇÃO DE CEMITÉRIOS VERTICAIS E CREMATÓRIOS, POIS ESSES POSSUEM ESTRUTURAS QUE IMPEDEM QUE O NECROCHORUME ENTRE EM CONTATO DIRETAMENTE COM O SOLO, EVITANDO A POLUIÇÃO DOS LENÇÓIS FREÁTICOS EXISTENTES E NÃO COMPROMETENDO A QUALIDADE DAS ÁGUAS.

em solos e aquíferos rasos é a geofísica, através de métodos de investigação relacionados com o contraste de propriedades físicas na presença desse tipo de contaminante.

Carvalho (2019) aponta que existem possíveis soluções que visam a reduzir o impacto ambiental causado pelo principal resíduo gerado nas necrópoles, o necrochorume. Uma delas seria a instalação de cemitérios verticais e crematórios, pois esses possuem estruturas que impedem que o necrochorume entre em contato diretamente com o solo, evitando a poluição dos lençóis freáticos existentes e não comprometendo a qualidade das águas. Esses locais são considerados economicamente viáveis para toda a população.

Um estudo realizado por Silva (2001) propôs a utilização de solução de ácido peracético, formada de ácido acético, peróxido de hidrogênio e estabilizante nos poços de monitoramento hidrogeológico ou em furos a trado, a montante do sentido do fluxo do lençol freático nessas áreas, como agente antiséptico para fungos, vírus e bactérias, além de deixar residual de oxigênio dissolvido na água subterrânea. Wood *et al.*, (2023) em sua pesquisa “Decontamination of vegetation to inactivate *Bacillus anthracis* spores”, apresentada na Conferência Internacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Descontaminação de 2023 da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), indagou que o ácido peracético é eficaz na descontaminação de superfícies contaminadas com toxinas e esporos bacterianos e na descontaminação de águas subterrâneas.

Carneiro (2009) ressalta que, além da implantação de poços de monitoramento, os jazigos para inumação de cadáveres deverão ser construídos de forma que o efluente líquido ou gasoso não infiltre para a área externa. A escolha do local a ser implantado em caso de ampliação e de novos cemitérios é muito importante, devendo ser o mais distante possível do lençol freático, com solo favorável e, se possível, em área que não seja urbana, distante de captação de água para consumo humano e animal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, é notória a necessidade, em curto prazo, do monitoramento contínuo dos solos e das águas de superfície e de subsuperfície dos cemitérios e entorno, pois eles configuram fontes potenciais de contaminação, bem como o efetivo cumprimento das legislações vigentes.

É crucial a implementação de poços de monitoramento do nível hidrostático em todos os cemitérios nacionais, permitindo uma avaliação constante da qualidade da água e a detecção precoce de possíveis contaminantes. Tal medida não apenas ajudará a controlar a poluição, mas também a preservar a saúde pública e o meio ambiente.

A análise dos dados apresentados revela uma preocupação crescente e urgente com a contaminação ambiental causada pelo necrochorume nos cemitérios. Pesquisas como as de Pacheco *et al.* (2001), Almeida (2010), Silva (2001, 2014), Fofonka e Kunt (2011) e Carvalho (2019) forneceram evidências substanciais de que os cemitérios são fontes significativas de contaminação do solo e das águas subterrâneas, confirmando a presença de diversas bactérias e vírus patogênicos em amostras de água ao redor dos cemitérios investigados.

Os estudos demonstram que a contaminação é influenciada por diversos fatores, incluindo o número de enterramentos, a profundidade do lençol freático, a condutividade hidráulica e os minerais de argila presentes no solo. A contaminação é particularmente grave em áreas onde as sepulturas estão próximas ao lençol freático e onde os túmulos estão localizados em partes baixas dos cemitérios. As pesquisas são eficazes para fundamentar a necessidade de ações imediatas e a longo prazo para mitigar a contaminação ambiental causada pelos cemitérios.

A longo prazo, a adoção de cemitérios verticais e crematórios se apresenta como uma alternativa viável e eficaz. Essas estruturas possuem mecanismos que impedem o contato direto do necrochorume com o solo, evitando, assim, a poluição dos lençóis freáticos e a consequente deterioração da qualidade das águas subterrâneas.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, L. A. *et al.* Contaminação de recursos naturais por necrópoles. **Disciplinarum Scientia Naturais e Tecnológicas**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 17–28, 2016.

ALMEIDA, F. R. de *et al.* Avaliação da ocorrência de contaminação microbiológica no aquífero freático localizado sob o Cemitério da Várzea em Recife-PE. **Águas Subterrâneas**, [S. l.], v. 20, n. 2, 2006.

ALMEIDA, A. **Cemitérios precisam ter controle de contaminação**. 2010. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/cemiterios-precisam-ter-controle-de-contaminacao-07fs87vet-mgxosb6ar0qf1k5q>. Acesso em: 19 ago. 2024.

BETIATTO, A. C.; SOUZA, F. X. D.; BINI, M. C. A morte, a atividade cemiterial e o meio ambiente. **Gepes-vida**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 121-141, 2015.

BOECHAT, C. L. **Biorremediação de solos contaminados por metais pesados em áreas de beneficiamento de minério de ouro**. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

BORTOLASSI, C. C. **Cemitérios: fontes potencialmente poluidoras**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Passo Fundo. Passo Fundo, 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 335, de 3 de março de 2003**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Brasília: CONAMA, 2003.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: CONAMA, 2005.

BRAZ, V. N.; LOPES, M. do S. B. Presença de contaminação em áreas de cemitério após sua desativação: estudo de caso do cemitério Benguí. Belém – Pará. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. **Anais [...]**. Campo Grande: ABES, 2005.

CARNEIRO, V. S. Impactos causados por necrochorume de cemitérios: meio ambiente e saúde pública. **Águas Subterrâneas**, [S. l.], v. 1, 2009.

CARVALHO, L. A. P. F. B. **Necrochorume: aspectos da mobilidade e da mitigação dos impactos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2019.

GAGLIANO, J. *et al.* Resíduos de cemitérios: um problema emergente. *In*: Encontro Latinoamericano de Iniciação Científica da Universidade do Vale do Paraíba, 15., 2011, São José dos Campos. **Anais [...]**. São José dos Campos: UFVP, 2011.

HINO, T. M. O necrochorume e a gestão ambiental dos cemitérios. **Especialize**, Goiânia, v. 1, n. 10, 2015.

JALOWITZKI, M. **Ecologia na morte**: uso de mantas e pastilhas absorventes para tratamento de necrochorume em sepultamentos. 2016. Disponível em: <http://decrecimentofeliz.blogspot.com/2016/11/ecologia-na-morte-uso-de-mantas-e.html>. Acesso em: 19 ago. 2024.

KEMERICH, P. D. da C. *et al.* A questão ambiental envolvendo os cemitérios no Brasil. **Revista Monografias Ambientais**, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 3777–3785, 2014.

FOFONKA, L.; KUNT, P. da C. Cemitérios: potenciais fontes geradoras de impactos ambientais. **Educação Ambiental em Ação**, [S. l.], v. 9, n. 35, mar.-maio 2011.

MATOS, B. A. **Avaliação da ocorrência e do transporte de microorganismo no aquífero freático do Cemitério Vila Nova Cachoeirinha, Município de São Paulo**. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

NEIRA, D. F. *et al.* Impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, Espírito Santo, Brasil. **Natureza Online**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 36-41, 2008.

PACHECO, A. *et al.* Cemeteries: a potential risk to groundwater. **Water Science Technology**, [S. l.], v. 24, n. 11, p. 97-104, 1991.

SILVA, L. M. **Critérios para implantação e a operação de cemitérios e de crematório**. São Paulo: CTAF, 2001.

SILVA, F. L. D. *et al.* Análise do abastecimento de água do entorno dos cemitérios São José e São Francisco – Castanhal – Pará. *In*: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 18., 2014. **Anais [...]**. São Paulo: ABAS, 2014.

TERRA, V. R.; PRATTE-SANTOS, R.; FREIRE, D. N. Impacto do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, Vila Velha-ES, Brasil. *In*: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 15., 2008. **Anais [...]**. São Paulo: ABAS, 2008.

VIEIRA, L. A. S. **Entre a vida e a morte**: interesses populares, representações cristãs da morte e medicina social em minas no século XIX. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em História) – Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2002.

XAVIER, F. *et al.* Emprego da sondagem elétrica vertical integrada às análises químicas e microbiológicas no diagnóstico preliminar da contaminação do solo e da água subterrânea no cemitério municipal da cidade de Rio Claro (SP). **Eng. Sanit. Ambient**, [S. l.], v. 23, n. 2, p. 333-344, mar.-abr. 2018.

WOOD, J. *et al.* **Decontamination of vegetation to inactivate Bacillus anthracis spores**. 2023. Disponível em: https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=CESER&dirEntryId=360883&fed_org_id=111. Acesso em: 19 ago. 2024.



SUÉLEN NASPOLINI¹
DIEGO MILNITZ²

Diagnóstico e Proposta de Implantação dos Sensores do 5S em uma Empresa do Ramo Têxtil

Diagnostic and proposal for implementation of the 5S senses in a Textile Company

ARTIGO 4

65-85

¹ Graduada em Engenharia de Produção da Uniasselvi, Guaramirim SC, e-mail: suelen.naspolini@hotmail.com

² Prof^o. Dr. do Curso de Engenharia de Produção da Uniasselvi, Guaramirim SC, e-mail: diego.milnitz@uniasselvi.com.br

Resumo: Com a preocupação das empresas em manter-se competitivas no mercado nacional e internacional, o foco está voltado para produção de produtos com qualidade, custo acessível, satisfação do cliente e bem-estar dos colaboradores. A ferramenta da qualidade 5S é reconhecida como base para a sustentabilidade dos demais programas voltados a qualidade, e pode ser aplicada em qualquer tipo de empresa. Este trabalho tem o objetivo de estudo, o diagnóstico e a sugestão de implantação do programa 5S para melhoria e organização do setor de decorações de uma empresa têxtil de médio porte. Para isso, inicialmente, foi realizado um diagnóstico da situação atual no setor estudado, em seguida, apresentou-se as sugestões de melhoria focando na organização e mudança cultural da gestão operacional e, finalmente, as etapas a serem seguidas para a implantação do programa 5S. A prática do programa 5S apresenta como benefício a organização geral do ambiente de trabalho, além de auxiliar na eliminação de desperdícios e até mesmo otimizar os processos produtivos. Acredita-se que com a adoção do programa 5S a empresa e seus envolvidos recebam uma nova cultura comportamental, atingido um melhor resultado e abrindo novas oportunidades para outros programas de qualidade.

Palavras Chave: Programa 5S; Gestão da Qualidade; Melhoria.

Abstract: With companies concerned about remaining competitive in the national and international market, the focus is on producing products with quality, affordable cost, customer satisfaction and employee well-being. The 5S quality tool is recognized as the basis for the sustainability of other quality programs, and can be applied to any type of company. This work aims to study, diagnose and suggest implementing the 5S program to improve and organize the decorations sector of a medium-sized textile company. To this end, initially a diagnosis of the current situation in the studied sector was carried out, then suggestions for improvement were presented focusing on the organization and cultural change of operational management, and finally the steps to be followed to implement the 5S program. The benefit of practicing the 5S program is the general organization of the work environment, in addition to helping to eliminate waste and even optimize production processes. It is believed that with the adoption of the 5S program the company and its stakeholders will receive a new behavioral culture, achieving better results and opening up new opportunities for other quality programs.

Keywords: 5S Program; Quality management; Improvement.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as empresas vêm vivenciando grandes transformações industriais, as melhorias dos processos e resultados tem sido o foco para adequar-se ao cenário econômico, político e social. Percebe-se que a preocupação não está somente nos produtos ou clientes, mas também no bem-estar dos colaboradores, pois colaboradores motivados estão propícios a alcançar ótimos resultados, aumentando a produtividade e diminuindo os desperdícios, para isso, as empresas podem contar com várias ferramentas da qualidade.

O 5S é originado de cinco palavras japonesas onde suas iniciais são com a letra “S”, sendo: *seiri* (senso de utilização), *seiton* (senso de organização), *seiso* (senso de limpeza), *seiketsu* (senso de saúde e padronização) e *shitsuke* (senso de autodisciplina). Importante para ter sucesso e eficiência na implantação de qualquer programa ou ferramenta da qualidade, é preciso seguir rigorosamente as etapas necessárias do processo.

O objetivo geral deste artigo é aplicar um diagnóstico e proposta de aplicação dos sentidos do 5S, para promover mudanças no ambiente de trabalho. As metodologias utilizadas para o estudo foram o procedimento de pesquisa de campo, aliado ao ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*). Desta forma, utilizando ferramentas como brainstorming, chegou-se à conclusão de que um estudo de caso aprofundado sobre a implantação do 5S poderia trazer bons resultados, como será demonstrado a seguir.

Os principais resultados que esta pesquisa visa obter é a identificação dos problemas apresentados no setor de decorações, onde a pesquisa será aplicada. O mapeamento da situação atual do setor para verificar a melhor forma de solucionar as não conformidades. Informar os benefícios que o programa 5S pode oferecer, demonstrando as possibilidades da criação de novos hábitos de conduta a partir dos sentidos do programa 5S. E, por fim, apresentar um modelo de checklist para conduzir e monitorar o programa 5S.

REFERENCIAL TEÓRICO

Neste item, serão abordados conceitos importantes sobre o programa 5S, com base nos livros de diferentes autores, sendo que estes irão contribuir para o desenvolvimento do estudo proposto.

DEFINIÇÃO DE QUALIDADE

O tema qualidade se destaca cada dia mais no meio empresarial, pois as organizações estão voltadas em seguir a melhoria contínua, e com o objetivo de alcançar seus resultados e se tornarem cada vez mais competitivas no mercado. É evidenciado que nesta área de qualidade seus programas e ferramentas despertam o interesse dos envolvidos, assim é percebido o aumento da produtividade e, de modo, a lucratividade. Este termo qualidade não é somente destacado na avaliação do produto e, sim, faz-se parte de todo o processo industrial, onde mostra a importância da organização, da padronização, da limpeza, entre outros requisitos para se alcançar a qualidade total no processo.

No ramo da engenharia, existem muitas ferramentas que podem auxiliar na implantação da qualidade, tanto na gestão como nos processos produtivos. Segue como exemplos: Fluxogramas, Gráfico de Pareto, Diagrama de causa e efeito (Ishikawa), Folhas de verificação, Método PDCA, Histograma e a Metodologia do Programa 5S.

Contudo, na Gestão de Qualidade Total (TQM), destacam-se três elementos básicos, as ferramentas que são utilizadas para melhoria da qualidade, as técnicas que são determinadas conforme o uso das ferramentas, e o treinamento que se serve para preparar os funcionários por meio de comunicação, e entender como executar o processo, onde estes funcionários têm o entendimento para usufruir das ferramentas e técnicas oferecidas (Williams, 1995).

De acordo com Scholtes (1998), pode-se perceber uma diferença na organização quando uma pessoa pratica as melhorias da qualidade, mas para um grande avanço e um grande conhecimento e

experiência, é necessário o envolvimento de mais participantes. Destaca-se que o aumento no processo produtivo e o aumento da qualidade, se dá por equipes formadas por seus conhecimentos e treinamentos, estas equipes podem solucionar problemas e seguir com as soluções de maneira eficaz.

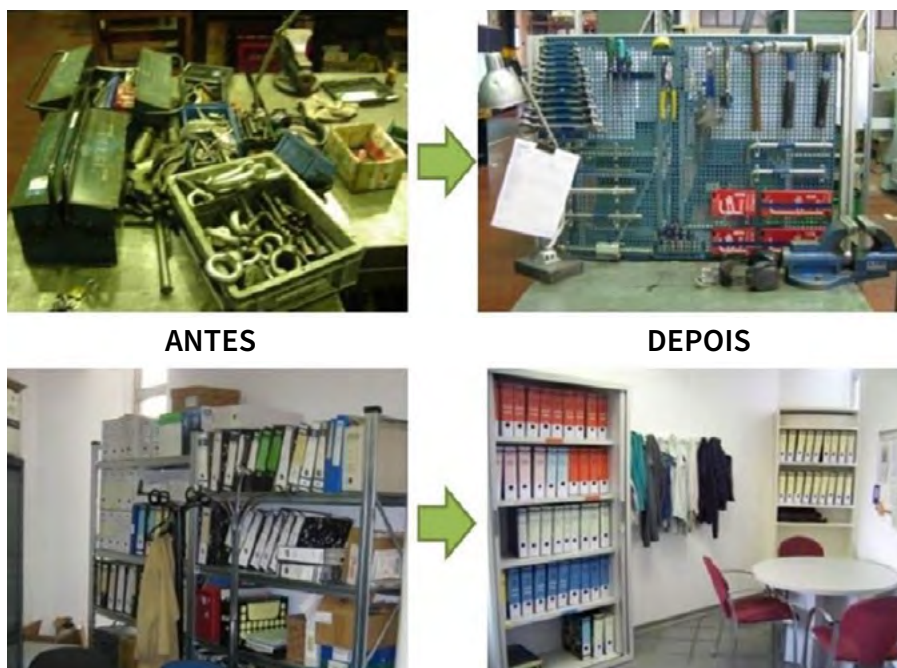
5S COMO FERRAMENTA DA QUALIDADE

Segundo Nogueira e Nau (2017), o programa 5S foi criado no Japão, após a 2ª Guerra Mundial, por volta de 1960, justamente para aproveitar o pouco de recurso que havia, após a grande destruição e evitar desperdícios. O grande e famoso enredador deste programa de qualidade foi Kaoru Ishikawa, que atuava com a profissão de professor químico. Sua equipe junto a ele realizou estudos deste programa americano, melhorando-o, assim iniciou-se as implantações do programa, tanto é que a partir disso grandes empresas adotaram o programa 5S para melhor e maior produtividade. Com o desenvolvimento da prática, as características percebidas são benéficas e pode-se aplicar na vida particular, assim como se aplica no trabalho. Destaca-se que com maior organização e ordenação no sistema, gera-se automaticamente o aumento da produção e diminui os erros, as falhas e o desperdício.

Já no Brasil, o programa 5S foi disseminado no ano de 1991, assim sendo reconhecida sua devida importância para a qualidade. Este programa chamou a atenção das pessoas, e não somente para a aplicação nas empresas em que trabalham, e sim levar, aplicar e praticar em suas próprias casas e comunidade, desenvolvendo assim um ensinamento para as famílias de como organizar, de como evitar o desperdício e por diante cada vez mais atingir uma melhor qualidade de vida (Silva, 1996).

A seguir, nas figuras 01 e 02, o impacto mostrado depois de uma organização em um devido local, ou mesmo em uma simples caixa de ferramentas.

Figura 01. Antes e depois da aplicação do programa 5S



Fonte: LEANBOX, 2015.

Conforme Cardoso e Batista (2017), primeiramente, deve-se organizar o local de trabalho e manter limpo o mesmo, isto é, o início para alcançar a qualidade total e onde se apresenta o programa 5S como a base desta gestão de qualidade total.

Quando se aplica o programa 5S e segue-se seus sentidos de acordo, o programa apresenta um rápido resultado e como forma de ensinamento se mostra com uma compreensão de fácil acesso a todos, contudo a ferramenta de qualidade 5S leva em conta os requisitos para o controle da qualidade total, aplicação de treinamentos, melhoria, motivação dos funcionários e a realização do trabalho em equipe (Umeda, 1997).

Primeiramente, deve-se destacar que o programa 5S se torna de maneira aplicável um programa com pouca teoria e muita prática, pois na verdade são necessárias muitas ações para alcançar os resultados.

Outro ponto de grande interesse é que o programa 5S também tem como objetivo não só o processo produtivo e sim, melhorar a qualidade de vida dos envolvidos (Cardoso, Batista, 2017).

Figura 02. Organização do 5S e aquisição de prateleiras



Fonte: EVIDENCE QUALIDADE, 2015.

A partir de maio de 1991, este programa foi lançado formalmente no Brasil, foi fundamental na criação do ambiente da Qualidade Total e tem sido reconhecido amplamente pelas organizações. A prática do 5S tem produzido consequências visíveis no aumento da autoestima, no respeito ao semelhante, no respeito ao meio ambiente e no crescimento pessoal (Silva, 1994). A nomeação 5S vem de cinco atividades iniciadas pela letra “S”, (Quadro 1) originárias do Japão.

Para Silva (1994), o 5S cria nas pessoas um espírito de melhoria, é um caminho natural para introdução do TQC. Seus benefícios são inúmeros como banheiros mais limpos e organizados, locais mais fáceis de trabalhar, mais disciplinas entre os colaboradores, facilidade de localização dos objetos, menos chances de acidentes, serviços mais rentáveis, liberação de mais espaço, dentre outros vários.

Quadro 1. Significado de cada Senso.

Sensos	Significado
Seiri	<p>Conhecida na linguagem portuguesa como senso de utilização, seguindo uma metodologia de classificação, seleção, separação e descarte.</p> <p>Saber ter atitude para classificar somente o que é necessário e estão em condições adequadas de uso e descartando tudo o que é inútil, podendo fazer um bem ao próximo, pois que não serve mais para um, pode ser útil para outro.</p>
Seiton	<p>Conhecida na linguagem portuguesa como senso de ordenação, seguindo uma metodologia de arrumação e organização.</p> <p>Procurar ter uma visão espacial, saber planejar locais adequados para guardar utensílios, otimizando espaço e tempo. Essas atitudes acabam por desenvolver uma capacidade de planejamento, podendo melhorar o conforto, eficiência e segurança do ambiente.</p>
Seiso	<p>Conhecida na linguagem portuguesa como senso de limpeza, seguindo uma metodologia de saber usar sem sujar, atacando as fontes de sujeiras.</p> <p>O significado de limpeza não deve-se ter somente como pensamento de limpeza física, mas também, saber que uma limpeza da alma e dos valores humanos nos fazem muito bem. Tudo inicia em evitar sujar, zelar pelos recursos e pelas instalações, atacando as fontes de sujeiras e mantendo uma inspeção contínua.</p>
Seiketsu	<p>Conhecida na linguagem portuguesa como senso de saúde e padronização, seguindo uma metodologia de ter higiene no local de trabalho e estabelecendo regras de convivência e de manutenção dos três primeiros “S”.</p> <p>Conseguindo manter padronizado os três primeiros “S”, nos permite no dia-a-dia cuidar da saúde do corpo e da mente, trazendo benefícios no trabalho, família, sociedade, causando um bem-estar e conservação humana.</p>
Shitsuke	<p>Conhecida na linguagem portuguesa como senso de autodisciplina, seguindo uma metodologia de cumprir rigorosamente as normas, regras e os procedimentos.</p> <p>Quando falamos em ter autodisciplina, devemos reconhecer que é extremamente necessário cumprir rigorosamente o que foi estabelecido, mantendo autocontrole, respeito, cooperação e responsabilidade. Aprender a conviver com as individualidades desenvolvendo um espírito de equipe.</p>

Fonte: Adaptado de Silva (1994).

METODOLOGIA

O método usado para desenvolver este trabalho foi o estudo de caso e critério de observação dentro da empresa, onde é considerado uma análise qualitativa e deve ser utilizado com objetivo de gerar ideias

que venham resolver o que está sendo analisado. O estudo desse trabalho para a sugestão da implantação do programa 5S, foi realizado no setor de decorações em uma empresa de médio porte, que trabalha no ramo têxtil e que se situa na cidade de Jaraguá do Sul em Santa Catarina.

Conforme o pedido da empresa, não será identificado o nome da atual empresa trabalhada, também foi limitado a divulgação das fotos e não foi permitido fotos do setor em geral, ou das dependências da empresa.

A empresa como evidenciado nos acompanhamentos, necessita de uma forte atenção no que se refere à organização e a padronização, visto que os funcionários não conhecem a cultura do programa 5S e não são estabelecidas regras no local de trabalho em relação a sua ordenação. No entanto, a empresa não segue nenhum dos sentidos do programa 5S, e apresenta não conformidades, até mesmo não há o cuidado com materiais utilizados no ambiente de trabalho e da própria estrutura. Como exemplo, será mostrado nas fotos evidenciadas, as paredes sujas, onde as pessoas não zelam pelo local de trabalho, já com os materiais, será abordada a questão de organização e ordenação, que estas refletem nos gastos e desperdício, com o reuso de folhas e economia de materiais.

As fotos evidenciadas que serão apresentadas no item a seguir, chamado de resultados e discussão, mostram as inconformidades que foram evidenciadas no setor. Porém, para cada situação, será elaborada uma sugestão em forma de ação.

De forma, pretende-se solucionar com os problemas que foram vistos como não conformidades, conseqüentemente, segue-se com os sentidos do programa e com o objetivo de ganhar melhorias de qualidade de maneira geral.

Mostra-se a seguir no Quadro 2, as etapas sugeridas a serem seguidas para alcançar a implantação do programa 5S, em que estas etapas não serão aplicadas em pouco tempo, de modo que é visto como uma mudança cultural e então leva-se tempo para os envolvidos compreenderem a importância de um programa de qualidade, e seguir com o aprendizado.

E, conseqüentemente, ganhar a confiança de cada um dos envolvidos, pois só assim se manterá com o objetivo, se alcançará as metas, e à vista disso desfrutar dos resultados esperados. Os ensinamentos do programa 5S dificilmente permanecem somente na empresa, os funcionários expandem sua curiosidade e transferem-na para suas casas e comunidade, onde buscam transformar em um mundo melhor para todos.



Quadro 2. Etapas para a implantação do programa 5S

Etapas	Descrição das etapas para a implantação do programa 5S
1	Aprovação e participação da direção.
2	Reunião com diretores e gestores.
3	Coordenação e apoio do programa 5S: será dirigido pelo setor de qualidade.
4	Comunicação a todos os funcionários e envolvidos.
5	Reunião setorial: com os gestores, os líderes e os funcionários.
6	Divulgação na empresa: mural, e-mail, panfletos.
7	Plano de motivação: palestras e treinamentos.
8	Prática do dia D e após auditorias.
9	Plano de ação para controlar, monitorar e solucionar os problemas auditados.
10	Seguir com premiações, brindes, encontros voltados para o programa 5S.

Fonte: o autor, 2019.

Através das pesquisas realizadas e dos diversos estudos bibliográficos, foi possível uma melhor avaliação e conhecimento da ferramenta de qualidade para o trabalho. Desta forma, o programa 5S é a ferramenta escolhida que mais se encaixa na realidade da empresa, pois este aborda todos os pontos que a empresa deve cumprir, e somente assim alcançar uma mudança cultural para sua melhoria e progresso.

Neste desenvolvimento, cada etapa tem seu valor comprometido, em busca de conquistar o voto de participação de cada setor e em cada grupo de pessoas, onde se mantém a firmeza que irão cooperar para implantação deste programa de qualidade e, por conseguinte, seguir com outros programas, podendo abrir novas oportunidades e crescer com o novo aprendizado, este de maneira não só profissional, qualidade de vida sempre é destacado como ponto mais forte neste programa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo e a realização das descrições nas situações atuais evidenciadas foram feitos com a observação geral do setor durante o horário de trabalho e, assim, foram tiradas algumas fotos, de modo que, com estas fotos, têm-se os registros de onde mais chamou a atenção do descaso da situação no local. Geralmente, é recomendado às empresas que não tenham nenhum programa de qualidade a implantação do programa 5S, pois ele tem a base para o início da qualidade total. Assim, como

já comentado, o programa 5S é adequado para a situação problema vista nesta empresa, auxiliando como partida na busca das melhorias e solução para as não conformidades evidenciadas.

A situação inicial evidenciada faz perceber da necessidade de aplicar o senso de organização, conforme segue com a padronização e identificação. Este é um posto de trabalho de um dos funcionários que se situa na sala de decorações, conforme figura 3.

Torna-se visível a condição deste setor, com caixas deixadas diretamente no chão, documentos misturados com a matéria-prima, como estão armazenados em caixas, fica impossível a visualização rápida de cada item, ocasionando-se a demora para encontrá-lo.

Neste caso, como sugestão, necessita-se de um local apropriado e identificado para cada item, no entanto, com a eliminação destas caixas tem-se uma boa apresentação do ambiente de trabalho. Além de se tornar mais limpo e organizado, gera uma maior e melhor produtividade para o funcionário que ali trabalha. Assim, deve-se separar um local para os documentos e um espaço destinado para todas as matérias-primas, tendo-se rapidez na busca de documentos ou dos outros materiais quando preciso.

É de extrema importância um funcionário manter seu local de trabalho com aspecto organizado e limpo, manter sua mesa organizada, sem acúmulos de documentos, pois neste caso não agrega valor somente à empresa, mas valor para sua qualidade de vida e para melhor desempenho de seu trabalho, sua produtividade diária flui de maneira mais fácil e ágil, sem perder tempo e sem ter o desânimo de estar no meio do caos em seu próprio ambiente de trabalho.

Figura 3. Desordem no posto de trabalho



Fonte: o autor.

Na figura 4, é mostrado o uso de escaninhos, em que estes apresentam a função de manter organizados e separados os documentos na mesa de trabalho. É de fácil acesso e rápida identificação.

Figura 4. Escaninhos para organização da mesa



Fonte: ISOFLEX, 2019.

Já na figura 5, segue-se com um modelo moderno de organizador de estilo vertical, onde este não ocupa muito espaço na sala e pode-se ter ao lado da mesa de trabalho.

Pode-se recomendar para armazenar estas matérias-primas que estão dentro das caixas sem identificação e sem rápido acesso. Neste organizador, pode-se colocar a identificação na frente onde mostram os números para ter o rápido acesso de cada item ou tipo que há nele, pode-se trabalhar também com caixas fechadas, de maneira mais reservada.

Figura 5. Organizador moderno para matérias-primas



Fonte: LOVECUP, 2019.

Segue-se para a próxima evidência, quanto à mesa que fica na produção, como mostra na figura 6 a seguir. Este posto de trabalho é na verdade usado por mais de uma pessoa, encontra-se completamente de forma desorganizada.

Nota-se que não existe um lugar destinado para cada item, há fita adesiva, tesoura, documentos diversos, potes de tintas, pequenos cortes de tecidos, uma garrafa de água de uso pessoal, e estes ficam dispostos sem nenhuma ordenação. É impactante a cena deste ambiente de trabalho, onde há um posto de trabalho que não se consegue executar algo na mesa, devido à bagunça.

Nesta situação, pode ocorrer até mesmo a mistura de documentos, pois estes não estão separados conforme a necessidade do fluxo de produção e não estão identificados ou sinalizados, simplesmente estão todos ali.

Pois bem, na mesa, deve-se ter um espaço identificado para os documentos ou um suporte que atenda a necessidade atual da produção, ter um local apropriado para os demais itens, como o de uso pessoal e um devido local para os tecidos e matérias-primas que serão utilizadas naquele momento de produção; padronizar o lugar de cada material de trabalho ou ter uma gaveta para guardar os mesmos, e utilizar somente quando necessário.

Tornar-se-á um posto de trabalho limpo, organizado e de fácil acesso, apresentará melhor espaço para o fluxo de trabalho, deste modo podendo usufruir de todo o espaço da mesa, ou mesmo dividir com outra pessoa que esteja realizando outro trabalho.

Figura 6. Mesa desorganizada localizada na produção



Fonte: o autor

Conforme a figura 7, o suporte vertical utilizado para os documentos, mantém os mesmos de forma organizada e pode-se ter sua sequência ordenada conforme a produção. Este suporte ficará localizado ao lado da mesa ou pode-se colocar junto aos operadores responsáveis, onde estes têm o total acesso para seguir com as ordens de produção.

Por conseguinte, com estas ordens de produção há junto a ficha técnica de cada produto que venha a ser produzido, seguindo seus critérios de produção, como cores a serem usadas, tipo do tecido para produção de tal item, entre outras características.

Figura 7. Suporte vertical para documentos



Fonte: ISOFLEX, 2019.

Com o uso deste suporte, evita-se o acúmulo de documentos e previne a mistura nas ordens de produção. Caso a empresa não tenha interesse neste suporte, pode-se utilizar os escaninhos de mesa como mostrado anteriormente, mas a manipulação do suporte é de fácil acesso e se torna de maneira mais útil, onde pode-se colocar ao lado da produção para seu acompanhamento.

Segue-se com as sugestões de melhoria, como é visto na figura 8, a mesa para produção com gavetas e uma prateleira reservada embaixo para colocar mais materiais, como os tecidos que estavam em cima, pode-se fazer um local delimitado para serem utilizados no momento de produção. De modo que, nas gavetas, pode-se armazenar os materiais de uso geral, também de forma organizada e identificada.

Figura 8. Mesa para produção



Fonte: o autor.

Deve-se ter um maior cuidado com seu local de trabalho e matérias, seguindo com a padronização do local, respeitando o devido lugar de cada item e não deixar de forma relaxada e desorganizada, pois este é seu espaço, seu usufruto.

Nesta próxima situação, como mostra na seguinte figura 9, há materiais de limpeza deixados em um lugar qualquer, nota-se que a parede está suja com respingos de tinta, do uso de lixeiras inapropriadas para descarte e assim visto que foram

misturados lixos em uma só lixeira, não respeitando a coleta seletiva e, conseqüentemente, a reciclagem.

A questão que se tem aqui é que se precisa de um local identificado e um suporte parapendurar a vassoura e a pá, pois não é higiênico deixar diretamente no chão, e o recomendado e correto é que se use os materiais e os devolvam no local especificado, para que se caso outrofuncionário precise esteja de fácil e rápido acesso. É apropriado distribuir as lixeiras de forma padrão (lixeiros com as cores da coleta seletiva), para seguir o descarte correto dos lixos e assim, colaborando-se com o processo de reciclagem. Há muitos casos nas empresas que precisam de uma identificação para as lixeiras, usar um tipo padrão. Desta forma, usa-se a logo da empresa, a fonte de letra igual para todos, tamanho da placa ou folha e também recomenda-se que se plastifique para maior cuidado e durabilidade da mesma.

É visto que se torna necessário realizar a pintura das paredes para manter um ambiente limpo, sem deixar com esta aparência de desleixo, e que chama muita a atenção, pois aqui foi mostrado somente uma parte, mas há mais paredes sujas de tintas.

São com estas pequenas mudanças que se pode renovar o ambiente de trabalho, e, assim, apresentar uma melhoria para a imagem da empresa e, principalmente, mostrar o cuidado com o atual ambiente de trabalho que muitos se encontram todos os dias.

É comum ouvir os comentários feitos pelos funcionários, onde dizem que se passa mais tempo na empresa do que em casa, são muitos estes comentários, desta maneira os funcionários têm o compromisso de zelar pelo local onde passam esse grande tempo do seu dia, não é correto?

Figura 9. Materiais de limpeza em local impróprio



Fonte: próprio Autor, 2019.

Como é mostrado na figura 10, o suporte utilizado para a organização dos materiais de limpeza, onde se tem o lugar para cada equipamento usado na produção, e é de grande importância que ao término do seu uso seja feita a sua limpeza, pois será usado por outros funcionários também. Este suporte mantém os materiais suspensos longe do chão para evitar sujidades, e nota-se que ao manter tudo organizado e limpo se tem uma maior valorização desde o ambiente de trabalho até o uso destes materiais.

Como nas mesas de estampar, necessita-se da limpeza e do setup a cada troca de ordem de produção, é utilizado estes pequenos equipamentos como rodo, esponja, espátulas para raspar, e assim retirar o excesso de tinta, cabe aqui a armazenagem destes de forma segura e organizada.

Conforme comentado sobre a coleta seletiva, é de forma um dos assuntos mais comentados no mundo todo, pois a reciclagem aproveita o lixo que ficaria acumulado em lixões ou em aterros, e assim se agiliza o processo quando separado. Além disso, a reciclagem gera oportunidade de emprego, desde sua coleta até seu processo de separação.

Figura 10. Suporte para materiais de limpeza



Fonte: TOK&STOK, 2019.

Na figura 11, é apresentado as lixeiras seguindo o padrão da coleta seletiva, em que se tem a separação de todo descarte, é de grande importância hoje em dia que toda empresa venha adotar este padrão de lixeira, para seguir de maneira com a sustentabilidade.

A empresa pode colocar esse kit de lixeiras em todos os setores e também na parte externa da empresa, local que tem o movimento de fornecedores e visitantes, assim estimulando a prática desta separação de lixos e levando em consciência o cuidado com o meio ambiente.

Figura 11. Lixeiras da coleta seletiva



Fonte: SOLUÇÕES INDUSTRIAIS, 2014.

Na figura 12, apresenta-se uma desorganização com os materiais de trabalho, em que além de estarem diretamente no chão, não há um local apropriado. Além disso, chama a atenção que há uma vassoura ao lado, não há local específico para ela, um pequeno lixo fora do padrão e sem identificação está ali no meio desta pequena confusão, pois não se encontra nada de forma rápida ali e não se tem a informação se há material do mesmo tipo e sua quantidade.

Deste modo, é visível que se necessita de uma prateleira ou armário para guardar estes materiais em ordem, juntamente com sua descrição e tipo, assim terá o fácil acesso para o trabalho e a visibilidade com o que se usa diariamente.

A organização e o descarte de materiais sem uso se tornam habitual, depois que uma vez praticado, é visto a agilidade e segurança, como exemplo neste caso, pode-se controlar o uso de cada material, tendo em vista a quantidade que se tem em estoque ou se caso necessite solicitar ao setor de compras. Tem-se o cuidado para evitar a falta deste material, pois pode ocasionar uma parada de produção, ou modificar o fluxo e até mesmo trocar a data de entrega.

Desta forma, a organização não é somente vista de uma maneira bonita, assim pode-se dizer que ela ajuda no fluxo real de produção, como controle do material e informação do que há no estoque para o uso da produção.

Figura 12. Materiais de produção desorganizados



Fonte: o autor.

Assim, para deixar estes materiais organizados, pode-se usar uma prateleira conforme figura 13, tem-se a organização de cada material e sua identificação, bem como, é visível a quantidade de cada item que se tem para usar na produção.

Em seguida, como mostra a figura 14, apresenta-se alguns potes com tintas prontas para o uso, neste caso não se sabe se estas serão usadas ainda na produção ou se já foram. Há também um quadro ao lado das banquetas, da mesma forma não se tem a informação se foi ou será

usada na produção. Percebe-se que não há local adequado para estes potes e não há uma identificação padrão do mesmo, podendo assim ocasionar o uso de tinta errada.

Figura 13. Prateleira para materiais



Fonte: MECALUX, 2019.

Foi evidenciado, atualmente, uma situação que o estampador utilizou a tinta errada na hora do processo, isso gerou desperdício de material, de tempo dos funcionários e ocasionou perda de produção, um gasto desnecessário por falta de ordem, informação e atenção.

Figura 14. Potes de tintas sem identificação



Fonte: o autor.

A seguinte sugestão para solucionar este problem é ter um local destinado para estes potes de tintas e com suas devidas identificações. Destaca-se que se deve manter esta identificação visual de forma bem clara e de fácil entendimento para não gerar dúvidas ou erros na produção, assim como é mostrado na figura 15.

Figura 15. Potes de tintas identificados



Fonte: POLYSCREEN, 2019.

Logo, torna-se de maneira padrão a identificação e gera a segurança de usar a tinta correta na hora de produzir, deve-se devolver os potes e os quadros em seus devidos lugares no término de cada sequência de produção. Deste modo, evita-se acúmulos de potes no local de trabalho e até mesmo pode-se prevenir de usar uma cor errada na hora de estampar.

Mantém-se o cuidado para não deixar os quadros no meio do ambiente de trabalho, pois o custo para a confecção do quadro e tela é de alto valor. A forma correta para utilização é estampar e efetuar a limpeza da tela com água e sabão após seu uso, para não deixar que a tinta fique seca, e depois disso deve-se guardar com cuidado em seu devido local. Uma sugestão

para armazenar estas telas é usar este suporte como mostra-se na figura 16, pois permanece numa posição segura e de rápido acesso para encontrar, pode-se identificar com números e letras, ou para cada suporte classificar as telas de modo com os desenhos, como por exemplo seguir por coleção de produção.

Apresenta-se uma grande utilidade este suporte, pois pode-se manusear de acordo com o espaço que se tem no local ou até mesmo deixar na ordem de produção, alocando-se próximo ao estampador e aos funcionários responsáveis.

Figura 16. Suporte para quadros de estamperia



Fonte: RR EQUIPAMENTOS SERIGRÁFICOS, 2019.

Como é mostrado na figura 17, uma pequena bombona usada como lixeira e sua identificação já está deteriorada, e há sujidades. É, de certa forma, um impacto visual, assim a indicação para esta situação, bem como já mostrado, o uso de lixeiras padrão e a correta identificação, como as lixeiras de coleta seletiva, torna o ambiente organizado e limpo.

Foi evidenciado materiais em completa desordem em uma pequena sala, em que são guardados os insumos para produção, como é visto na figura 18. Há vários materiais misturados em um só local, sem identificação, com as caixas abertas e diretamente no chão.

Figura 17. Bombona sendo usada como lixeira



Fonte: o autor.

Deve-se tomar uma ação rápida neste caso, pois, primeiramente, não tem organização do que a produção irá utilizar; não tem identificação padrão neste local; e, principalmente, não tem a informação do controle de estoque, do que se deve usar primeiro.

Figura 18. Materiais misturados e desorganizados



Fonte: a autor.

Necessita-se de uma estante do tipo industrial para armazenar estes materiais, bem como efetuar sua divisão e identificação, como apresenta a figura 19. No entanto, deve-se eliminar as caixas de papelão e destinar as caixas de plástico para outro uso na empresa, deste modo, realiza-se as identificações para cada um dos itens, tornando um ambiente organizado, limpo e de fácil acesso para o uso diário desses materiais na produção.

Figura 19. Estante industrial para materiais



Fonte: GUARDE MAIS, 2019.

Por fim, como é visto na figura 20, mostra-se a desorganização e o acúmulo de material e das peças protótipos em outro posto de trabalho, onde foi evidenciado caixas de papelão empilhadas na sala, uma banquetta de uso da produção servindo como apoio e uma caixa plástica com as peças protótipos, deixadas diretamente no chão, juntamente com embalagens de peças protótipo ao lado também no chão. Nota-se nesta situação que é impossível encontrar algo rapidamente no local, não há espaço para trabalhar, não se tem um ambiente apropriado para guardar as peças e materiais, e a identificação é manuscrita em papel branco e colada nas caixas.

Desta forma, quando se há um local apropriado e identificado, fica mais fácil encontrar e guardar os materiais, e automaticamente cuidar do trabalho que está sendo feito.

Figura 20. Posto de trabalho com material acumulado e desorganizado



Fonte: o autor.

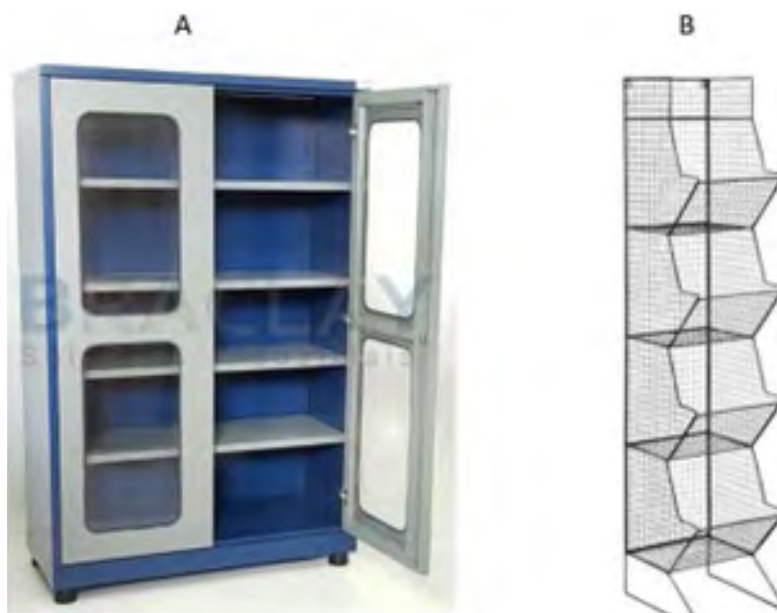
Deve-se, urgentemente, colocar este posto de trabalho em ordem, com o uso de prateleiras, armários, estante industrial, também pode-se usar conjuntos de cestos de modo vertical para acomodação dos tecidos que estão sendo usados e também das peças protótipos.

Apresenta-se na figura 21(A) um armário industrial, onde pode-se organizar todo esse material deixando um local agradável para execução do trabalho.

Outra sugestão para armazenar os pequenos pacotes de peças protótipos, são os cestos verticais, como comentado anteriormente e mostrado a seguir na figura 21(B). São cestos de arame com uma estrutura leve, podendo colocá-los na sala, ao lado da mesa, e os itens quando dentro destes cestos ficam organizados e visíveis, pode-se também colocar identificação em cada cesto, como diferenciando as coleções, ou enumerados por prioridades do processo.

Em todos os setores há indícios que se pode aplicar os sentidos do programa 5S, para mudar e, assim, gerar possíveis melhorias. Os pontos positivos são percebidos na forma da mudança cultural de cada colaborador, em que buscam melhorias para o seu setor e para a empresa, sendo que após presenciadas as melhorias alcançadas, os colaboradores irão sempre manter seu ambiente de trabalho controlado pelos sentidos do programa 5S.

Figura 21. Armário industrial



Fonte: Adaptado de CIMM, 2018 e MAISONS DU MONDE, 2019.

Conforme visto nas fotos evidências, há muita não conformidade, podendo aplicar os sentidos estudados, sendo que, esses sempre que aplicados de forma correta, são capazes de oferecer um ambiente de trabalho melhor e os benefícios são rapidamente visíveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve a finalidade de apresentar uma sugestão de implantação do programa 5S no setor de decorações de uma empresa têxtil, onde o estudo de caso foi realizado com as observações feitas na própria empresa. Após as fotos, foram descritas as situações e, em seguida, feitas as correções para as possíveis melhorias de cada problema identificado. Foi descrito cada situação encontrada, e pode-se notar que é de extrema urgência a aplicação de uma ferramenta de qualidade para melhorar este setor, onde necessita de uma grande organização e obter materiais novos para ajudar nesta ordenação.

Os benefícios que o programa oferece está descrito no decorrer de todo trabalho, juntamente com os resultados e discussão, em que é mostrado a situação crítica da empresa e com a aplicação dos sentidos, cada ambiente de trabalho se torna melhor, já que estes cinco sentidos são essenciais para manter a organização e se ter uma melhor produtividade.



É importante informar que a empresa está ciente da importância deste programa para o crescimento de resultados e melhoria no ambiente de trabalho, mas fica a seu critério adotar a mudança ou não. Pode-se destacar que outras ações, como varrer, descartar materiais sem uso, padronizar novas etiquetas e identificar locais para guardar materiais e equipamentos são atitudes que, seja qual for, a empresa pode adotar. Contudo, não foi descartado a possibilidade de um futuro próximo, que a empresa venha colocar em prática os sentidos do programa 5S e implantar o programa.

As sugestões relacionadas servem de apoio para que os problemas sejam corrigidos e sanados, e a empresa conquiste a total qualidade na produção, junto com o objetivo de oferecer uma melhor qualidade de trabalho também para seus funcionários.

Foi demonstrado como pode-se realizar o monitoramento do programa, têm-se na verdade as auditorias com os famosos checklists de avaliação, pois são eles que mantêm o fluxo do programa, onde cada vez é levantado novas não conformidades, e, assim, tornando-se um melhor ambiente de trabalho. O aprendizado cresce conforme surgem novas situações, como novas ideias para melhorar, aquisição de novos equipamentos para organização, isso desperta cada vez mais o interesse dos envolvidos. De modo que o monitoramento segue automaticamente, pois todos reconhecem que esforço do programa 5S é realizado em grupo e deve-se seguir corretamente com as regras e com os sentidos do programa.

Tem-se a certeza de que a cooperação e esforço deste programa é significativo, que os resultados alcançados irão facilitar também os processos e as novas oportunidades irão surgir. Dessa forma, busca-se sempre melhorar a qualidade do serviço e a qualidade de vida de todos.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, F. E.; BATISTA, E. D. W. **Fundamentos da qualidade**. Indaial: Uniasselvi, 2017.

NOGUEIRA, R. A.; NAU, R. O. **Fundamentos de gestão de processos e da qualidade**. Indaial: Uniasselvi, 2017.

SCHOLTES, P. R. **Times da qualidade**: como usar equipes para melhorar a qualidade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

SILVA, J. M. **5S**: o ambiente da qualidade na prática. 3 ed. Fundação Christiano Ottoni. Belo Horizonte, 1994.

SILVA, J. M. **O ambiente da qualidade na prática 5S**. Fundação Christiano Ottoni. Belo Horizonte, 1996.

UMEDA, M. **As sete chaves para o sucesso do 5S**. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1997.

WILLIAMS, R. L. **Como implementar a qualidade total na sua empresa**. Rio de Janeiro: Campus, 1995.



CLEITON SOUZA DA SILVA¹
DAVID DE SOUSA CORDEIRO¹
JUCIANE HILDEBRANDO DOS SANTOS PERING¹
MARCOS DIEGO ARAUJO DA SILVA¹
NIELBERT MEDEIROS¹
NÁGILA LUCIETTI SCHMIDT²

Geração de Energia Hidráulica: Dimensionamento de um Aproveitamento Hidrelétrico no Estado do Rio Grande do Sul

Hydraulic Power Generation: Sizing the use of Hydro Power in yhe state of Rio Grande do Sul

ARTIGO 5

86-106

¹ Acadêmicos do Curso de Tecnologia em Energias Renováveis do Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI. Rua Dr. Pedro Zimmermann, 385, CEP 89.065-000, Blumenau, SC. juciane.pering@gmail.com

² Professora tutora externa do Curso de Tecnologia em Energias Renováveis do Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI. Rua Dr. Pedro Zimmermann, 385, CEP 89.065-000, Blumenau, SC. 100169525@tutor.uniasselvi.com.br

Resumo: De acordo com a Agência Nacional de Águas, uma hidrelétrica é um complexo arquitetônico, um conjunto de obras e de equipamentos voltados à geração de energia elétrica através do aproveitamento hídrico de um curso d'água. O presente trabalho objetiva o dimensionamento da potência instalada de um potencial hidrelétrico no rio Inhacorá, estado do Rio Grande do Sul, classificando-o de acordo com a Resolução Normativa ANEEL nº 875/2020 e identificando preliminarmente sua viabilidade econômica. Em virtude dos estudos fluviométricos e topográficos do local escolhido, optou-se por um arranjo geral com casa de máquinas ao pé do barramento. O resultado foi uma usina com 2,00 MW de potência instalada, o que a classifica como uma Central de Geração de Capacidade Reduzida – CGH. Sua geração média anual de energia resultou em 12.264 MWh/ano, com expectativa de faturamento bruto anual de R\$ 3.679.200,00. Uma vez que a previsão de investimento é de R\$ 18 milhões, é esperado que a usina passe a dar lucro após o 6º ano de geração. Através deste trabalho, percebe-se a importância de um bom levantamento dos recursos hídricos, pois trazem reflexos importantes na estimativa da energia gerada do empreendimento. Além disso, percebe-se a importância de realizar tanto a análise técnica quanto a econômica antes de iniciar qualquer empreendimento hidrelétrico, pois mesmo se tratando de uma CGH, o investimento é alto e a responsabilidade muito relevante.

Palavras-chaves: Usina Hidrelétrica. Dimensionamento. Viabilidade Técnica e Econômica.

Abstract: According to the National Water Agency (Agência Nacional de Águas), a hydroelectric plant is an architectural complex, a set of buildings and equipment directed to electric power generation using the hydrological resources of a watercourse. The objective of this work is sizing the installed capacity of a hydroelectric potential of the Inhacorá river in the state of Rio Grande do Sul, classifying it based on the Normative Resolution ANEEL n 875/2020 and preliminarily identifying its economic feasibility. Due to fluviometric and topographical studies of the chosen site, the option was to place the power house close to the dam. The result was a plant with 2,00 MW of installed power, which classifies it as a Reduced Capacity Generation Plant – CGH. Its average annual energy generation resulted in 12.264 MWh/year, with expected annual gross revenue of R\$ 3.679.200,00. Since the investment forecast is R\$ 18 million, it is expected that the plant will start to make profit after the 6th year. The present work shows the importance of a good survey of water resources, as it can have significant impact on the estimate of the energy generated by the enterprise. Furthermore, the importance of carrying out both technical and economic analysis before starting any hydroelectric project is clear, even in the case of a CGH, due to the fact that the investment is high and the responsibility is highly relevant.

Keywords: Hydroelectric plant. Sizing. Technical and Economic Feasibility.



O BRASIL POSSUI UMA HIDROGRAFIA PRIVILEGIADA DEVIDO SEUS ASPECTOS NATURAIS, COMO CLIMA, GEOMORFOLOGIA E TOPOGRAFIA. TAMBÉM POSSUI UMA DAS MAIORES RESERVAS DE HIDROENERGIA DO MUNDO, DEVIDO À GRANDE QUANTIDADE DE RIOS QUE COBREM O TERRITÓRIO NACIONAL. ESTE RECURSO É, PORTANTO, O MAIS UTILIZADO PARA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE (MAUAD, FERREIRA, TRINDADE, 2017).

INTRODUÇÃO

De acordo com a ANA (Agência Nacional de Águas) (2013), uma hidrelétrica é um complexo arquitetônico, um conjunto de obras e de equipamentos voltados à geração de energia elétrica através do aproveitamento do potencial hidráulico de um curso d'água.

O processo se resume na água girando as turbinas (transformando a energia potencial em energia cinética), seguindo para o gerador (transformando a energia cinética em energia elétrica), até chegar no consumidor final (casas e indústrias) através de linhas de transmissão. A energia hidrelétrica é responsável por 71% de toda a energia renovável produzida mundialmente. Até recentemente, estimava-se que apenas 22% do potencial global tivesse sido explorado (Moran *et al.*, 2018).

Este tipo de energia obtida por um recurso inesgotável é conhecido como energia sustentável, que deve atender às necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras.

Indo ao encontro disso, o Brasil tem investido na construção de novas usinas hidrelétricas de pequeno porte, em detrimento de outras fontes renováveis de energia (eólica e solar) ou de usinas com grandes barragens, que causam maiores danos ao meio ambiente e a qualidade de vida das populações próximas e comunidades tradicionais.

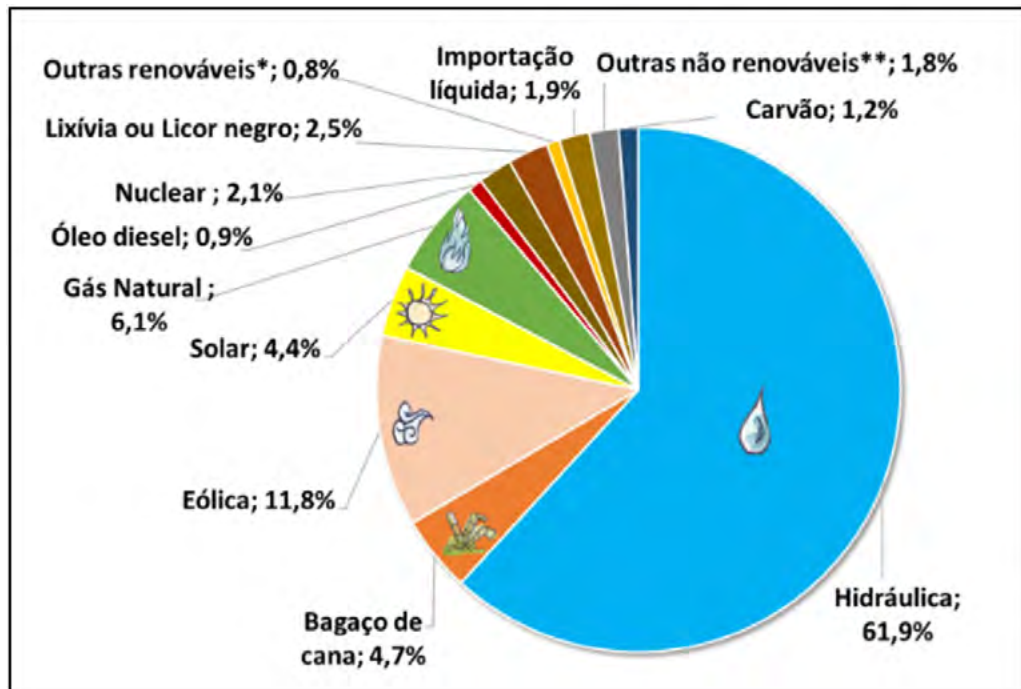
Por isso, cumprindo com o objetivo deste trabalho, que é dimensionar um sistema de geração de energia renovável, foi escolhido um ponto num rio Inhacorá, nos municípios de Alegria (margem esquerda) e São Martinho (margem direita), estado do Rio Grande do Sul, para determinar sua potência instalada, classificando-a como CGH (Central Geradora Hidrelétrica), PCH (Pequena Central Hidrelétrica) ou UHE (Usina Hidrelétrica de Energia) e verificando sucintamente sua viabilidade técnica e econômica.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Brasil possui uma hidrografia privilegiada devido seus aspectos naturais, como clima, geomorfologia e topografia. Também possui uma das maiores reservas de hidroenergia do mundo, devido à grande quantidade de rios que cobrem o território nacional. Este recurso é, portanto, o mais utilizado para geração de eletricidade (Mauad, Ferreira, Trindade, 2017). Tanto é que a maior parte da energia elétrica produzida no Brasil é proveniente de usinas hidrelétricas, conforme Figura 1.

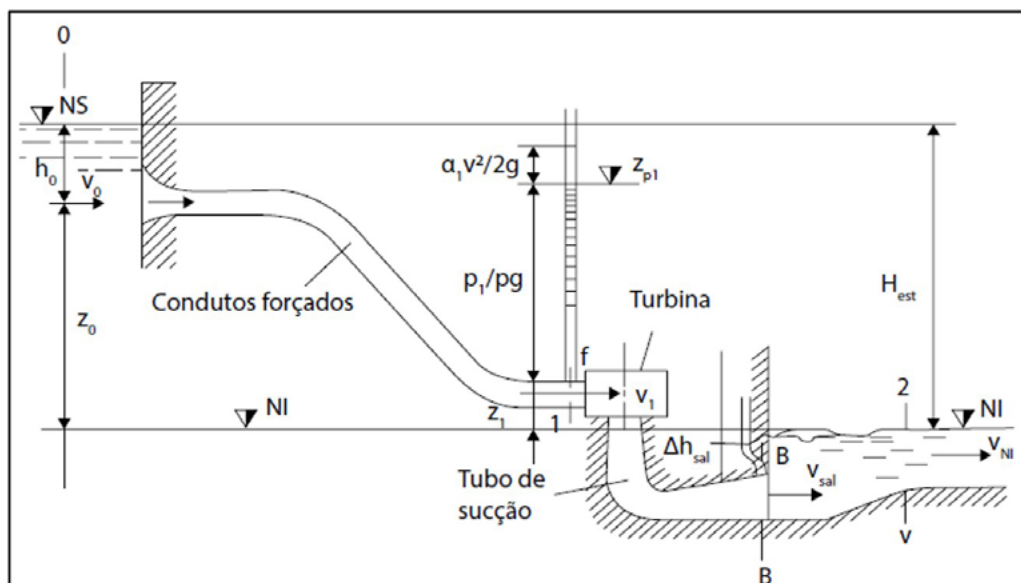
Como citado por Simões (2023), o processo de geração de energia hidráulica é demonstrado na Figura 2, onde se verifica a transformação da energia potencial em energia cinética e mecânica através da turbina, seguindo para a transformação da energia mecânica em energia elétrica através do gerador.

Figura 1. Matriz Elétrica Brasileira 2022



Fonte: EPE a partir do BEN (2023, p. 12).

Figura 2. Processo de geração de energia hidráulica.



Fonte: Flórez (2014, p.22).

De acordo com a ANEEL (2020), através da Resolução Normativa nº 875/2020, as usinas hidrelétricas são classificadas de acordo com sua potência, conforme segue:

Art. 4º: Os aproveitamentos hidrelétricos enquadrados como Central Geradora Hidrelétrica com Capacidade Instalada Reduzida (CGH) são aqueles cuja potência seja igual ou inferior a 5.000 kW.

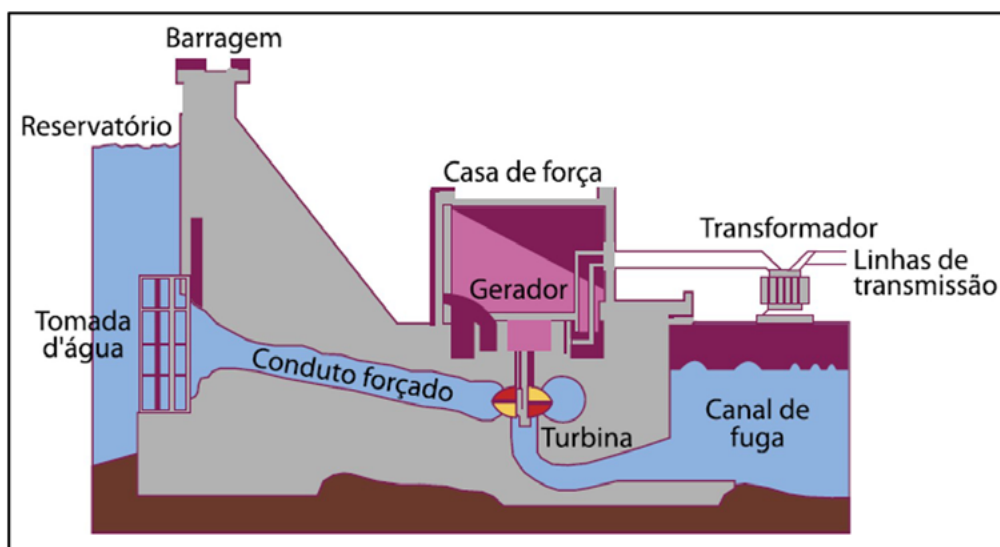
Art. 5º: Os aproveitamentos hidrelétricos com as seguintes características serão enquadrados como Pequena Central Hidrelétrica (PCH): I - potência instalada superior a 5.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW; e II - área de reservatório de até 13 km² (treze quilômetros quadrados), excluindo a calha do leito regular do rio. § 1º A restrição de que trata o inciso II não se aplica aos aproveitamentos hidrelétricos cujo reservatório seja de regularização, no mínimo, semanal ou cujo dimensionamento, comprovadamente, tenha sido baseado em outros objetivos que não o de geração de energia elétrica. § 2º A regularização, de que trata o § 1º, será aferida por meio do volume útil e da vazão máxima turbinada.

Art. 6º: Os aproveitamentos hidrelétricos que possuem as seguintes características serão enquadrados como Usina Hidrelétrica (UHE), com os respectivos regimes de outorga: I - potência instalada superior a 5.000 kW e igual ou inferior a 50.000 kW, desde que não sejam enquadrados como PCH e estejam sujeitos à outorga de autorização; II - potência instalada superior a 50.000 kW, sujeitos à outorga de concessão; e III - independente da potência instalada, tenham sido objeto de outorga de concessão ou de autorização (ANEEL, 2020).

A estrutura básica de uma usina hidrelétrica é formada por estruturas de captação da água (ex.: tomada d'água), estruturas de condução da água até as turbinas hidráulicas (ex.: conduto forçado) e estrutura de restituição da água turbinada de volta ao rio (ex.: canal de fuga).

Na Figura 3, percebe-se um caso típico de usina hidrelétrica com casa de força ao pé do barramento. Mas há outros tipos de arranjos possíveis para os empreendimentos hidrelétricos. Segundo Oliveira (2017), eles dependem de vários aspectos como por exemplo: topografia, economia, ambiental, hidrologia, geologia, geotecnia, social, entre outros.

Figura 3. Esquema básico de uma usina hidrelétrica



Fonte: ABRAPCH (2023).

O melhor arranjo geral, portanto, dá-se através da combinação de todos estes aspectos, feito de forma iterativa.

Neste sentido, ainda segundo Oliveira (2017), os arranjos das usinas hidrelétricas podem ser do tipo:

- Central hidrelétrica de desvio: quando se faz necessário reter a água com uma barragem e desviar a água a ser turbinada por um circuito hidráulico, deixando o trecho do rio entre a barragem e o canal de fuga, com vazão reduzida. Arranjo mais comum.
- Central hidrelétrica de represamento: quando a tomada d'água e casa de máquinas estão incorporadas no barramento. Normalmente acontece em grandes usinas e não há conduto forçado. Neste caso, não há trecho de vazão reduzida.
- Central hidrelétrica com casa de força no pé da barragem: quando a casa de força está posicionada imediatamente a jusante da barragem, em local onde há queda concentrada (salto natural). Este caso também não possui trecho de vazão reduzida.

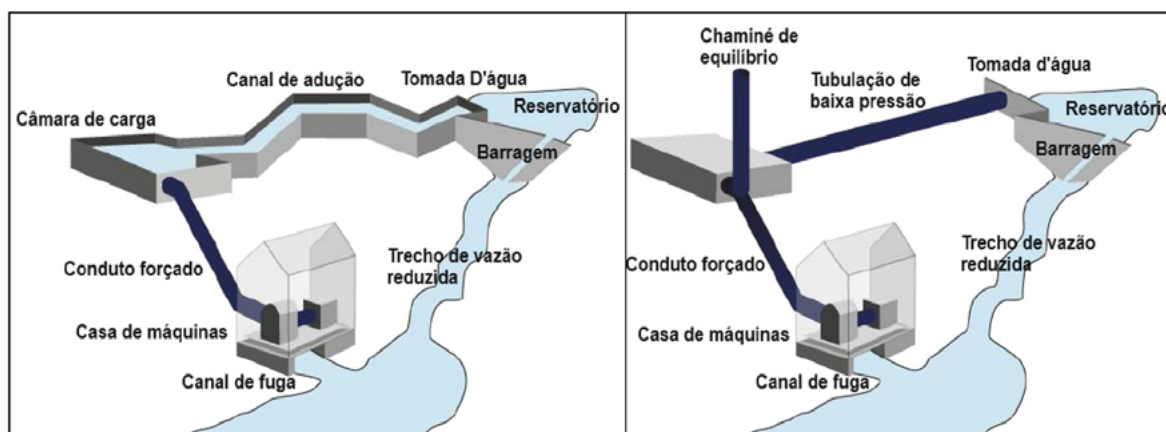
- Central hidrelétrica de derivação: quando se retém a água em um curso d'água e o circuito hidráulico conduz a vazão turbinada para outro curso d'água. Normalmente ocorre em locais com relevo altamente acidentado e, pelo fato de haver derivação, resulta em trecho de vazão reduzida. Arranjo menos comum.

Mas uma usina hidrelétrica pode ou não ter barramento. E se o tiver, poderá ser tão baixo que poderia ser classificado como uma soleira transversal ao rio com a única função de regularizar o nível d'água.

Além disso, seu circuito hidráulico de geração pode ser composto de tomada d'água; canal, tubulação ou túnel de adução; câmara de carga ou chaminé de equilíbrio; condutos forçados; casa de máquinas e canal de fuga.

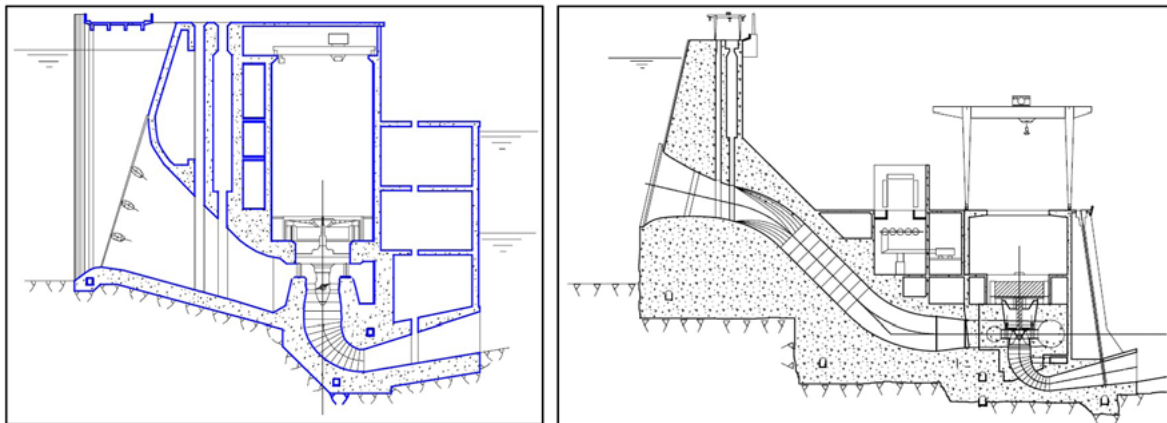
A Figura 4 apresenta exemplos de centrais hidrelétricas de desvio; e a Figura 5, exemplos de centrais hidrelétricas de represamento e com casa de força ao pé do barramento:

Figura 4. Central hidrelétrica de desvio, sendo à esquerda com canal de adução e câmara de carga e à direita com tubulação e chaminé de equilíbrio



Fonte: Adaptado de ONUDI (2013).

Figura 5. À esquerda: central hidrelétrica de represamento e à direita: central hidrelétrica com casa de força ao pé da barragem



Fonte: Eletrobrás (2007).

Na sequência, os principais componentes de uma central hidrelétrica e um resumo de suas funções:

- Barragem: retém, nivela e armazena a água do rio.
- Vertedouro: descarrega as vazões excedentes ou de cheia.
- Reservatório: acumula a água em ocasiões de excesso para uso em períodos de escassez.
- Tomada d'água: capta a vazão a ser turbinada e conduz para o circuito hidráulico.
- Canal, tubulação ou túnel de adução: conduz, em baixa pressão, a vazão a ser turbinada para a câmara de carga ou chaminé de equilíbrio.
- Câmara de carga: conduz a vazão do canal de adução (superfície livre) para o conduto forçado (fluxo sob pressão).
- Chaminé de equilíbrio: interliga os sistemas de baixa e alta pressão (tubulação ou túnel e conduto forçado, respectivamente).
- Conduto forçado: conduz em alta pressão a vazão para o interior das turbinas.
- Casa de máquinas: aloja, protege e mantém as unidades geradoras e demais equipamentos.
- Canal de fuga: restitui a vazão já turbinada de volta ao curso d'água.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para dimensionar e verificar a viabilidade de um sistema de geração de energia renovável do tipo usina hidrelétrica, são necessárias algumas ações nesta ordem de prioridade: identificação do local de estudo; levantamento da hidrologia e topografia; concepção do arranjo geral; dimensionamento da potência instalada; estimativa da garantia física; e viabilidade econômica.

IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL PARA O ESTUDO DE CASO

O primeiro passo, portanto, é selecionar um ponto para o estudo de caso, sendo este no rio Inhacorá, afluente pela margem direita do rio Buricá, pertencente a Bacia Hidrográfica 7, sub-bacia 74, compreendida entre a foz do rio Chapecó, exclusive, e a confluência do rio Ijuí, exclusive.

O local selecionado para o empreendimento em estudo tem como coordenadas 27°45'14"S e 54°00'26"O, conforme pode ser melhor identificado na Figura 6.

Figura 6. Local escolhido para a usina a ser dimensionada no presente trabalho



Fonte: os autores.

HIDROLOGIA DA REGIÃO

Uma bacia hidrográfica é a área de drenagem do rio e seus afluentes, ou seja, é a porção em que a água da chuva ou outros rios flui e alimenta um determinado ponto.

A bacia hidrográfica ou área de drenagem ou ainda área de contribuição da usina em estudo, foi determinada utilizando imagens de satélite associada a ferramenta ArcGIS. O resultado foi uma área de drenagem de 506 km² para o local em questão, como apresentado na Figura 7.

Figura 7. Bacia hidrográfica da usina a ser dimensionada no presente trabalho



Fonte: os autores.

Os estudos fluviométricos tiveram como base os dados da ANA.

Inicialmente, foram selecionadas estações fluviométricas com base em critérios de proximidade, área de drenagem, período de observação disponível, disponibilidade dos dados, consistência dos dados e das curvas-chaves, características físicas e qualidade dos dados.

A Tabela 1 lista as estações fluviométricas consultadas no site Hidroweb/ANA para levantamento de dados de vazões no rio Inhacorá, mais especificamente para o local do barramento da usina em questão.

Tabela 1. Estações fluviométricas consultadas para os estudos

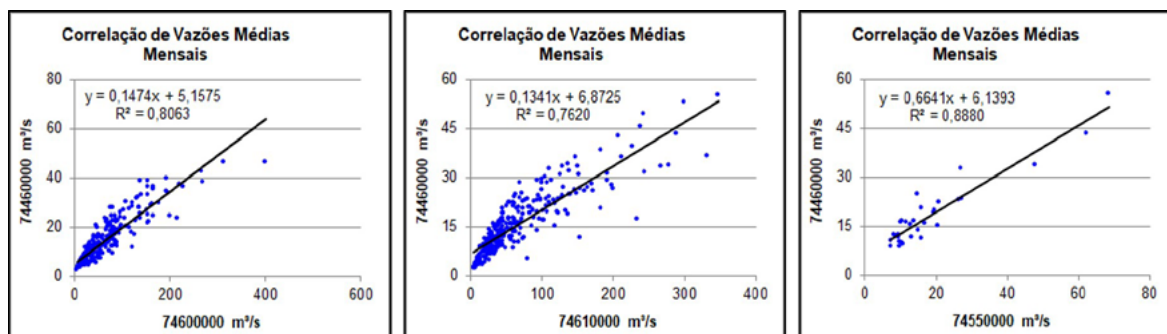
Código	Nome do Posto	Responsável	Rio	Município	Área de Drenagem	Período
74460000	Ponte do Rio Turbo	ANA	Turvo	Santo Augusto	502 km ²	1976 - 2019
74470000	Três Passos	ANA	Turvo	Três Passos	1540 km ²	1964 - 2019
74550000	PCH Buricá Jusante	CERTHIL	Buricá	Inhacorá	534 km ²	2016 - 2019
74600000	Cascata Buricá	ANA	Buricá	Horizontina	2260 km ²	1941 - 1997
74610000	Cascata Buricá-Nova	ANA	Buricá	Horizontina	2260 km ²	1997 - 2019
74750000	Linha Cascata	ANA	Santo Cristo	Santa Rosa	329 km ²	1963 - 2019
74880000	Passo São João	ANA	Comandaí	Cerro Largo	817 km ²	1941 - 2019
74900000	Linha União	ANA	Comandaí	São Paulo das Missões	1260 km ²	1969 - 2014

Fonte: ANA (2023).

Dentre as estações fluviométricas estudadas, destacam-se as de códigos 74600000, 74610000 e 74550000, por se localizarem no rio Buricá, onde o rio Inhacorá deságua. As duas primeiras se localizam nas mesmas coordenadas, sendo a 74610000 a continuação da 74600000. Mas possuem 2.260 km² de área de drenagem, ou seja, 4,5 vezes maior do que a área do ponto em estudo. A terceira estação, de código 74550000, possui área de drenagem de 534 km², bastante compatível com a área do local em estudo, porém, com uma série curta de dados de vazões (set/16 a mar/19). Por isso, optou-se por utilizar como base para os estudos fluviométricos a estação 74460000, denominada Ponte do rio Turbo, uma vez que:

- Localiza-se há 28,5 km de distância do local em estudo.
- Possui uma área de drenagem praticamente igual à do local em questão.
- Possui dados hidrológicos desde 1976 (gerando uma série de 45 anos).
- Possui boa correlação de vazão com os postos do rio Buricá 74600000 ($R^2 = 0,806$), 74610000 ($R^2 = 0,762$) e 74550000 ($R^2 = 0,888$), conforme a Figura 8 a seguir:

Figura 8. Correlação de vazões médias mensais entre o posto base 74460000 e os demais



Fonte: os autores.

A Figura 9 apresenta as demais informações do posto fluviométrico base para os estudos:

Figura 9. Dados da estação base para os estudos Ponte do Rio Turvo – código ANA 74460000

Dados Estação	
Código	74460000
Nome Estação	PONTE DO RIO TURVO
Código Adicional	
Bacia	7 - RIO URUGUAI
SubBacia	74 - RIOS URUGUAI, DA VÁRZEA E
Rio	RIO TURVO
Estado	RIO GRANDE DO SUL
Município	SANTO AUGUSTO
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Latitude	-27,8247
Longitude	-53,7303
Altitude (m)	400
Área de Drenagem (Km²)	502

Fonte: Hidroweb/ANA (2023).

Então, foi possível obter uma série histórica para o posto base Ponte Rio Turvo de 45 anos completos, conforme Tabela 2:

Tabela 2. Série de vazões médias mensais do posto base 74460000

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSIS DO POSTO 74460000 – AD DE 502 km²													
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MED
1976	13,09	10,91	6,14	4,70	4,69	4,44	6,15	8,22	9,05	9,57	16,70	11,30	8,75
1977	12,50	10,80	6,71	4,87	3,88	17,70	20,80	27,50	21,40	12,90	15,70	12,50	13,94
1978	7,49	4,68	4,52	2,75	2,64	3,57	7,04	5,84	5,39	4,31	13,90	9,48	5,97
1979	4,68	4,40	6,40	7,28	12,00	8,28	14,90	18,40	13,70	38,40	27,70	28,10	15,35
1980	23,30	11,60	8,20	5,18	12,50	7,23	7,00	11,70	14,50	14,00	28,20	20,80	13,68
1981	12,80	11,50	5,67	5,34	4,09	6,60	4,77	4,07	7,86	6,48	8,29	11,20	7,39

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSIS DO POSTO 74460000 – AD DE 502 km²

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MED
1982	5,73	5,25	3,84	3,01	3,61	7,27	11,50	17,40	17,10	36,50	40,00	20,70	14,33
1983	12,90	12,20	19,90	20,30	46,70	30,30	46,70	38,90	23,50	19,20	16,10	9,41	24,68
1984	12,80	9,90	7,14	9,38	25,70	25,90	32,40	34,60	29,70	33,30	23,30	13,60	21,48
1985	7,83	9,14	9,76	17,90	24,50	22,70	22,80	37,50	26,80	16,80	8,61	5,01	17,45
1986	5,11	3,54	5,39	24,70	14,90	18,30	19,10	17,80	13,80	11,30	16,90	15,80	13,89
1987	11,60	8,83	6,18	14,50	27,90	19,90	34,00	28,10	20,70	15,30	10,60	7,61	17,10
1988	6,40	8,75	4,20	9,65	12,70	10,80	8,44	6,64	13,50	8,33	6,99	7,04	8,62
1989	7,36	8,15	5,27	7,13	5,58	6,14	23,40	16,40	36,40	24,40	15,70	9,70	13,80
1990	10,10	7,18	7,14	21,50	19,60	42,70	22,70	14,10	29,60	29,10	31,90	22,00	21,47
1991	10,90	7,43	5,27	4,45	3,96	11,80	11,90	9,60	7,33	7,45	3,88	12,00	8,00
1992	9,04	10,50	8,39	9,45	23,80	38,80	22,80	21,90	20,60	16,90	18,90	12,50	17,80
1993	16,40	12,90	14,60	10,40	13,30	22,30	33,20	16,40	12,80	18,30	22,50	24,80	18,16
1994	13,20	29,20	20,00	23,70	27,10	35,50	36,40	16,50	14,30	25,20	24,00	19,70	23,73
1995	13,50	8,38	8,45	5,96	4,88	6,06	6,86	5,96	5,74	16,90	8,81	6,39	8,16
1996	8,33	18,10	12,30	10,40	7,12	9,35	13,40	15,90	19,90	22,10	16,10	19,00	14,33
1997	14,60	11,90	7,15	5,68	5,69	10,80	9,22	29,50	14,20	53,00	49,70	26,40	19,82
1998	23,50	31,40	31,90	28,00	33,50	19,70	17,30	26,80	29,20	26,90	14,70	10,50	24,45
1999	8,57	7,69	5,58	10,40	8,63	12,00	16,90	11,30	14,60	19,30	12,20	9,28	11,37
2000	10,10	7,40	7,65	7,09	8,17	17,10	19,20	13,10	15,50	30,90	24,10	15,00	14,61
2001	20,80	19,70	11,60	10,30	13,30	11,90	12,10	8,64	9,72	21,80	13,40	8,78	13,50
2002	6,19	5,06	6,10	6,54	15,10	29,10	20,20	23,20	26,90	39,70	31,10	36,40	20,47
2003	24,50	19,50	16,20	12,40	20,80	14,60	15,10	11,10	8,16	8,33	8,62	26,80	15,51
2004	18,90	10,50	6,42	5,81	9,90	11,30	11,20	8,82	8,75	10,20	13,40	9,66	10,41
2005	6,46	3,68	2,86	9,64	18,90	33,90	21,20	12,70	13,50	23,10	15,90	11,10	14,41
2006	7,93	4,87	4,35	4,16	2,95	3,40	6,49	10,30	9,31	9,00	19,60	22,40	8,73
2007	15,80	10,40	8,45	11,20	25,40	17,60	22,30	19,00	14,30	28,50	23,00	12,70	17,39
2008	8,50	5,92	4,19	5,04	6,51	11,80	12,10	12,20	9,37	19,90	28,50	12,80	11,40
2009	8,15	5,30	3,51	2,34	4,06	5,14	13,80	22,70	34,00	25,40	31,50	33,60	15,79
2010	17,50	10,70	9,85	11,60	17,40	20,90	23,90	17,50	16,20	13,10	9,11	26,10	16,16
2011	15,30	17,30	14,20	30,20	20,60	24,40	38,50	29,00	15,90	12,30	8,06	3,85	19,13
2012	3,12	3,09	2,81	2,54	2,24	4,30	7,60	6,83	7,48	28,60	23,20	19,10	9,24
2013	21,40	9,89	11,60	13,10	10,90	14,00	12,70	19,90	17,80	23,30	17,30	14,50	15,53
2014	24,80	11,50	16,30	22,10	23,60	36,70	36,30	22,00	20,70	27,70	16,10	11,00	22,40
2015	26,69	19,30	12,38	12,36	17,87	21,09	43,96	22,66	16,22	17,76	24,52	46,49	23,44

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DO POSTO 74460000 – AD DE 502 km ²													
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MED
2016	25,27	17,16	14,46	21,52	20,41	13,40	13,49	11,97	10,89	20,43	19,27	11,89	16,68
2017	11,58	11,69	15,39	34,22	44,32	56,07	22,44	16,18	9,89	23,84	22,98	15,44	23,67
2018	14,78	12,48	10,57	12,76	15,39	18,34	18,86	16,41	15,11	22,80	19,80	17,87	16,26
2019	16,63	10,35	16,26	13,34	26,15	23,79	14,00	9,41	7,67	10,90	18,98	10,46	14,83
MD	13,09	10,91	9,44	11,70	15,29	17,89	18,98	17,15	16,11	20,53	19,09	16,15	15,53
MX	26,69	31,40	31,90	34,22	46,70	56,07	46,70	38,90	36,40	53,00	49,70	46,49	56,07
MN	3,12	3,09	2,81	2,34	2,24	3,40	4,77	4,07	5,39	4,31	3,88	3,85	2,24

Fonte: os autores.

Por fim, a série gerada para o local em estudo foi efetuada por transposição dos dados por relação de área de drenagem entre o posto base e o local do aproveitamento, através da seguinte equação: $QU = QP * AU / AP$, onde QU e QP são as vazões no local da usina e do posto, e AU e AP são as áreas da usina e do posto, conforme Tabela 3:

Tabela 3. Série de vazões médias mensais no local da usina em estudo

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS PARA O LOCAL EM ESTUDO – AD 506 km ²													
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MED
1976	13,20	11,00	6,19	4,74	4,73	4,48	6,20	8,29	9,12	9,65	16,83	11,39	8,82
1977	12,60	10,89	6,76	4,91	3,91	17,84	20,97	27,72	21,57	13,00	15,83	12,60	14,05
1978	7,55	4,72	4,56	2,77	2,66	3,60	7,10	5,89	5,43	4,34	14,01	9,56	6,02
1979	4,72	4,44	6,45	7,34	12,10	8,35	15,02	18,55	13,81	38,71	27,92	28,32	15,48
1980	23,49	11,69	8,27	5,22	12,60	7,29	7,06	11,79	14,62	14,11	28,42	20,97	13,79
1981	12,90	11,59	5,72	5,38	4,12	6,65	4,81	4,10	7,92	6,53	8,36	11,29	7,45
1982	5,78	5,29	3,87	3,03	3,64	7,33	11,59	17,54	17,24	36,79	40,32	20,86	14,44
1983	13,00	12,30	20,06	20,46	47,07	30,54	47,07	39,21	23,69	19,35	16,23	9,48	24,87
1984	12,90	9,98	7,20	9,45	25,90	26,11	32,66	34,88	29,94	33,57	23,49	13,71	21,65
1985	7,89	9,21	9,84	18,04	24,70	22,88	22,98	37,80	27,01	16,93	8,68	5,05	17,58
1986	5,15	3,57	5,43	24,90	15,02	18,45	19,25	17,94	13,91	11,39	17,03	15,93	14,00
1987	11,69	8,90	6,23	14,62	28,12	20,06	34,27	28,32	20,86	15,42	10,68	7,67	17,24
1988	6,45	8,82	4,23	9,73	12,80	10,89	8,51	6,69	13,61	8,40	7,05	7,10	8,69
1989	7,42	8,21	5,31	7,19	5,62	6,19	23,59	16,53	36,69	24,59	15,83	9,78	13,91
1990	10,18	7,24	7,20	21,67	19,76	43,04	22,88	14,21	29,84	29,33	32,15	22,18	21,64
1991	10,99	7,49	5,31	4,49	3,99	11,89	11,99	9,68	7,39	7,51	3,91	12,10	8,06
1992	9,11	10,58	8,46	9,53	23,99	39,11	22,98	22,07	20,76	17,03	19,05	12,60	17,94
1993	16,53	13,00	14,72	10,48	13,41	22,48	33,46	16,53	12,90	18,45	22,68	25,00	18,30

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS PARA O LOCAL EM ESTUDO – AD 506 km ²													
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MED
1994	13,31	29,43	20,16	23,89	27,32	35,78	36,69	16,63	14,41	25,40	24,19	19,86	23,92
1995	13,61	8,45	8,52	6,01	4,92	6,11	6,91	6,01	5,79	17,03	8,88	6,44	8,22
1996	8,40	18,24	12,40	10,48	7,18	9,42	13,51	16,03	20,06	22,28	16,23	19,15	14,45
1997	14,72	11,99	7,21	5,73	5,74	10,89	9,29	29,74	14,31	53,42	50,10	26,61	19,98
1998	23,69	31,65	32,15	28,22	33,77	19,86	17,44	27,01	29,43	27,11	14,82	10,58	24,64
1999	8,64	7,75	5,62	10,48	8,70	12,10	17,03	11,39	14,72	19,45	12,30	9,35	11,46
2000	10,18	7,46	7,71	7,15	8,24	17,24	19,35	13,20	15,62	31,15	24,29	15,12	14,73
2001	20,97	19,86	11,69	10,38	13,41	11,99	12,20	8,71	9,80	21,97	13,51	8,85	13,61
2002	6,24	5,10	6,15	6,59	15,22	29,33	20,36	23,38	27,11	40,02	31,35	36,69	20,63
2003	24,70	19,66	16,33	12,50	20,97	14,72	15,22	11,19	8,23	8,40	8,69	27,01	15,63
2004	19,05	10,58	6,47	5,86	9,98	11,39	11,29	8,89	8,82	10,28	13,51	9,74	10,49
2005	6,51	3,71	2,88	9,72	19,05	34,17	21,37	12,80	13,61	23,28	16,03	11,19	14,53
2006	7,99	4,91	4,38	4,19	2,97	3,43	6,54	10,38	9,38	9,07	19,76	22,58	8,80
2007	15,93	10,48	8,52	11,29	25,60	17,74	22,48	19,15	14,41	28,73	23,18	12,80	17,53
2008	8,57	5,97	4,22	5,08	6,56	11,89	12,20	12,30	9,44	20,06	28,73	12,90	11,49
2009	8,21	5,34	3,54	2,36	4,09	5,18	13,91	22,88	34,27	25,60	31,75	33,87	15,92
2010	17,64	10,79	9,93	11,69	17,54	21,07	24,09	17,64	16,33	13,20	9,18	26,31	16,28
2011	15,42	17,44	14,31	30,44	20,76	24,59	38,81	29,23	16,03	12,40	8,12	3,88	19,29
2012	3,14	3,11	2,83	2,56	2,26	4,33	7,66	6,88	7,54	28,83	23,38	19,25	9,32
2013	21,57	9,97	11,69	13,20	10,99	14,11	12,80	20,06	17,94	23,49	17,44	14,62	15,66
2014	25,00	11,59	16,43	22,28	23,79	36,99	36,59	22,18	20,86	27,92	16,23	11,09	22,58
2015	26,90	19,45	12,47	12,46	18,01	21,26	44,31	22,84	16,35	17,90	24,71	46,87	23,63
2016	25,47	17,30	14,57	21,69	20,57	13,51	13,60	12,07	10,98	20,60	19,42	11,98	16,81
2017	11,68	11,78	15,52	34,49	44,67	56,51	22,62	16,31	9,97	24,03	23,16	15,57	23,86
2018	14,90	12,58	10,65	12,86	15,51	18,48	19,01	16,54	15,23	22,98	19,96	18,01	16,39
2019	16,77	10,43	16,39	13,45	26,36	23,98	14,11	9,49	7,73	10,98	19,13	10,54	14,95
MD	13,20	11,00	9,51	11,80	15,42	18,03	19,13	17,29	16,24	20,70	19,24	16,28	15,65
MX	26,90	31,65	32,15	34,49	47,07	56,51	47,07	39,21	36,69	53,42	50,10	46,87	56,51
MN	3,14	3,11	2,83	2,36	2,26	3,43	4,81	4,10	5,43	4,34	3,91	3,88	2,26

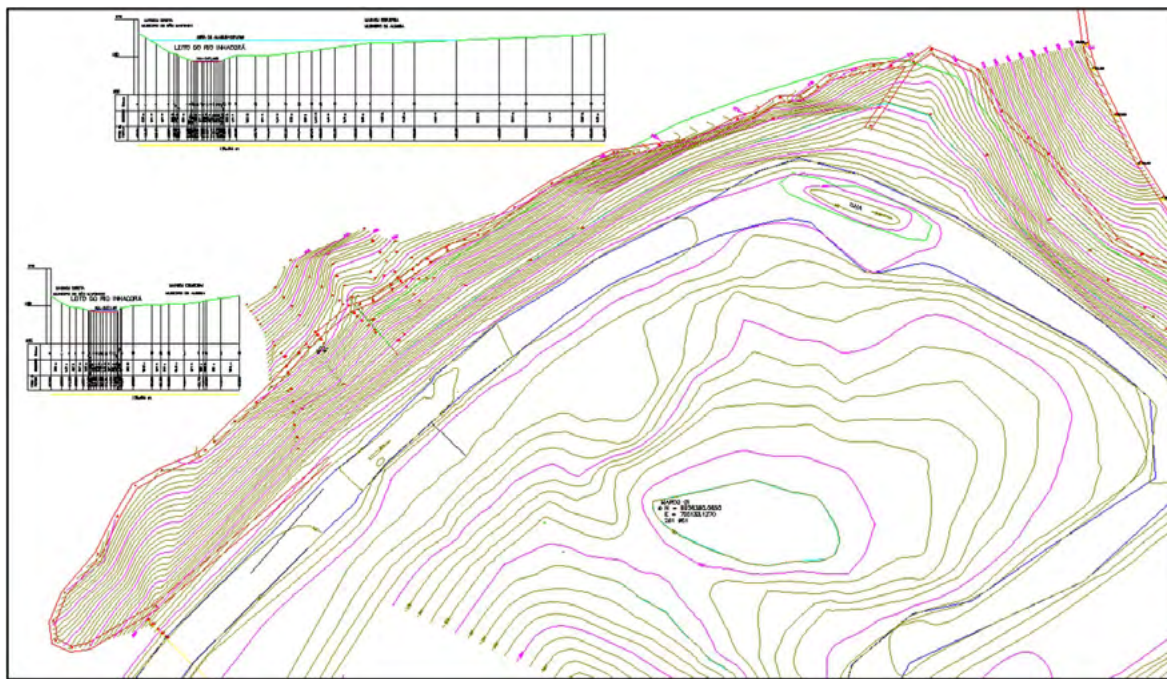
Fonte: os autores.

ARRANJO GERAL

A concepção do arranjo geral de uma usina é um processo iterativo, onde várias opções são concebidas, dimensionadas e orçadas para chegar à melhor solução, de maneira a combinar a segurança requerida pelo projeto e as facilidades de operação e manutenção com o custo global mais baixo.

Para apoiar o estudo, foram realizados levantamentos topográficos de precisão, de forma a obter um modelo digital do terreno com curvas a cada metro. Uma amostra do trabalho de topografia é apresentada na Figura 10:

Figura 10. Resultado do levantamento topográfico de precisão na região em estudo



Fonte: Cerutti Topografia (2022).

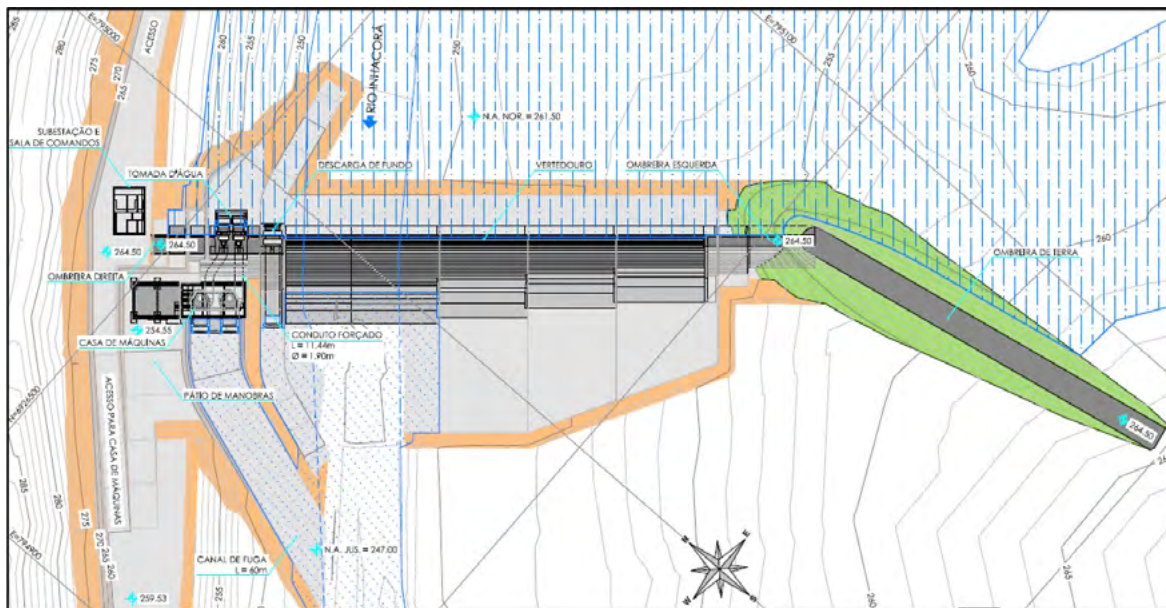
Através dos levantamentos topográficos, constata-se que a área escolhida para a usina em estudo não dispõe de queda natural concentrada, de forma que foi optado por um arranjo geral com casa de máquinas ao pé do barramento para desenvolver o presente trabalho.

O nível normal de montante (NAM) foi definido em 261,50 m e o nível normal de jusante (NAJ) em 247,00 m, de forma que a queda bruta (Hb) resultou em 14,50 m. Cabe aqui comentar que, apesar da altura da barragem, a usina em estudo considera operação a fio d'água, onde o nível do reservatório é constante, ou seja, a quantidade de água que está entrando é igual à que está saindo. No vídeo de Daniel Loureiro, publicado pela EPE (2020), fica fácil compreen-

der que, em épocas de menos vazão afluente, a geração de energia é menor, e, em épocas com mais vazão (enchente, por exemplo), esta sobra de água verte pelas estruturas extravasoras do barramento. Portanto, em uma condição de operação a fio d'água, o rio abaixo do barramento vai subir e descer de acordo com a variação da vazão, mantendo o regime sazonal.

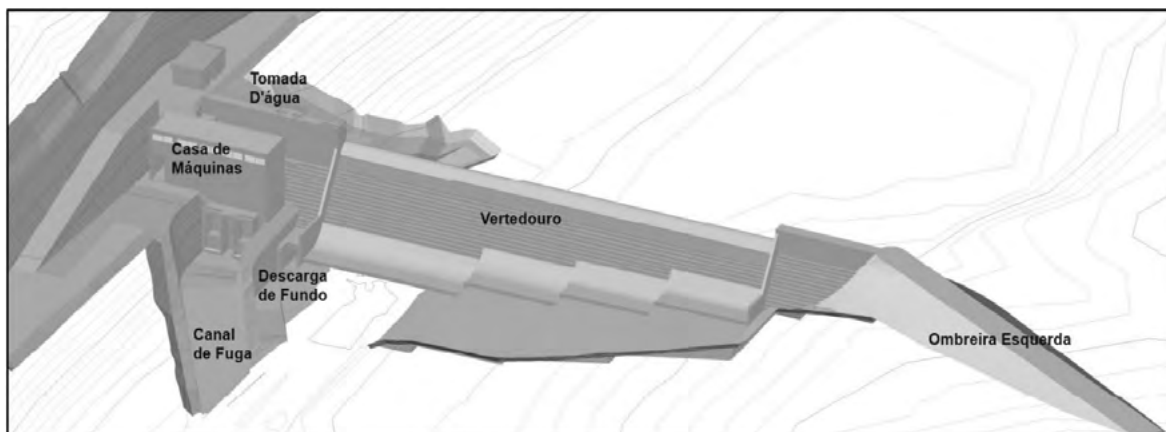
Na sequência, segue o resultado do arranjo geral, iniciando pela Figura 11, que apresenta a planta baixa do empreendimento. O arranjo pode ser melhor compreendido através da Figura 12 onde ele é apresentado em perspectiva. Este detalhamento foi desenvolvido através de softwares específicos de projetos de engenharia.

Figura 11. Planta baixa do arranjo geral da usina



Fonte: os autores.

Figura 12. Perspectiva do arranjo geral da usina

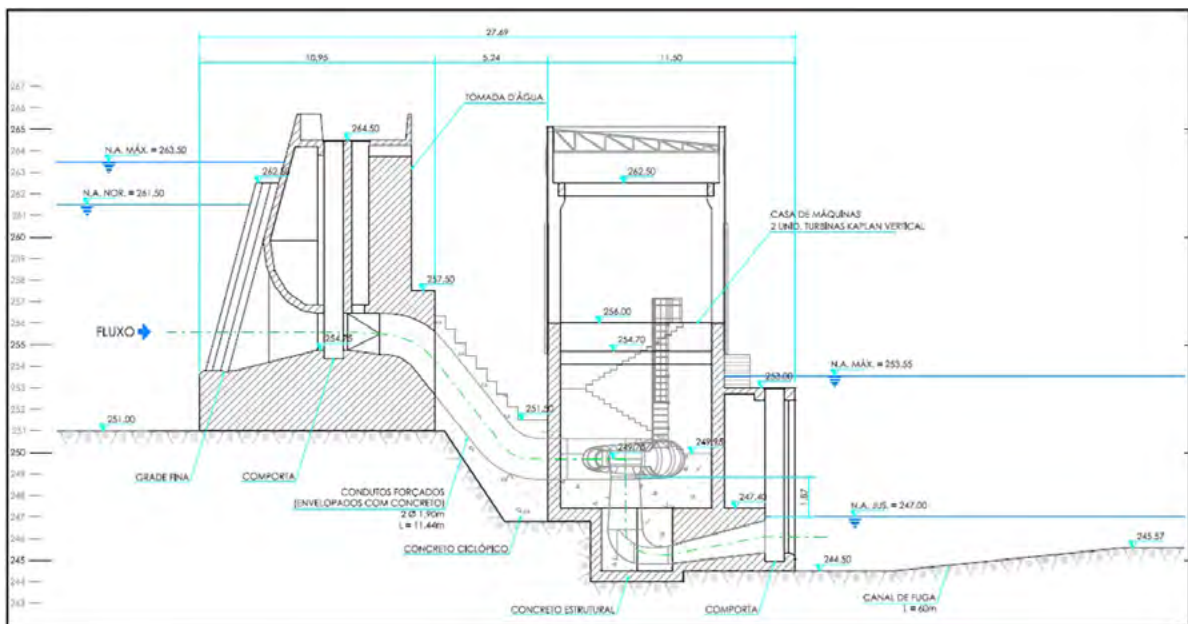


Fonte: os autores.

A Figura 13 traz uma seção longitudinal pelo circuito hidráulico, também conhecido como perfil hidráulico do circuito de adução. Através desta figura, fica claro qual o caminho que a vazão a ser turbinada vai percorrer, ini-

ciando na tomada d'água (inclusive passando pela grade e comporta), seguindo pelo conduto forçado, turbina, tubo de sucção, comporta do canal de fuga e canal de fuga, que restitui a água de volta ao rio.

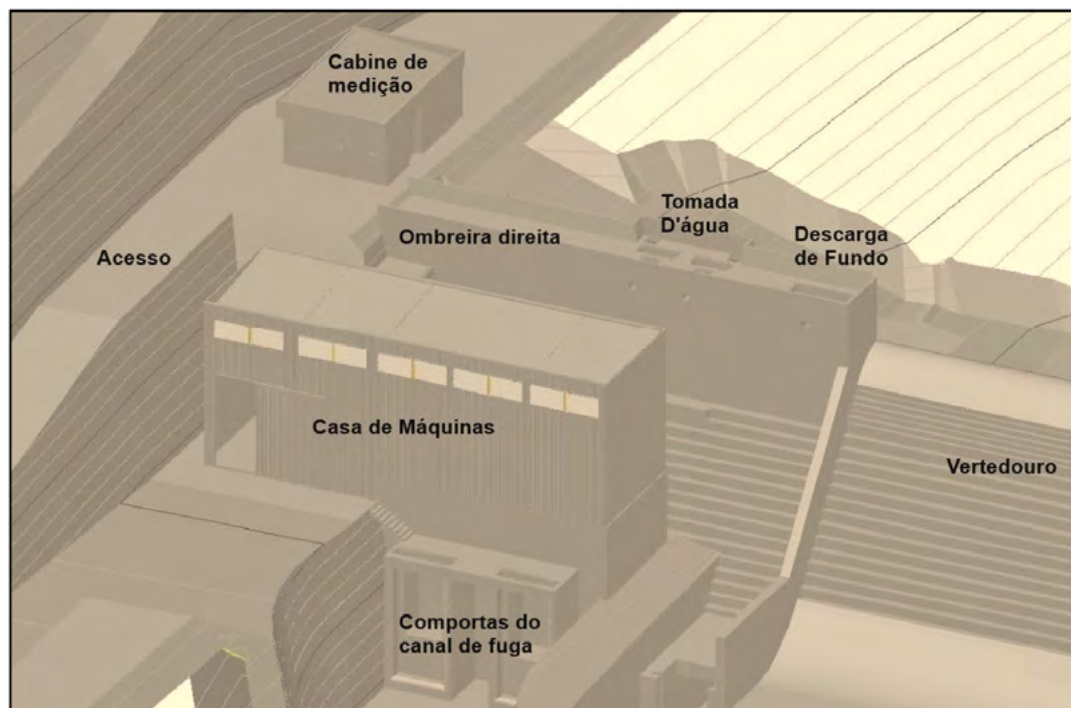
Figura 13. Perfil hidráulico da usina, da tomada d'água até o canal de fuga.



Fonte: os autores.

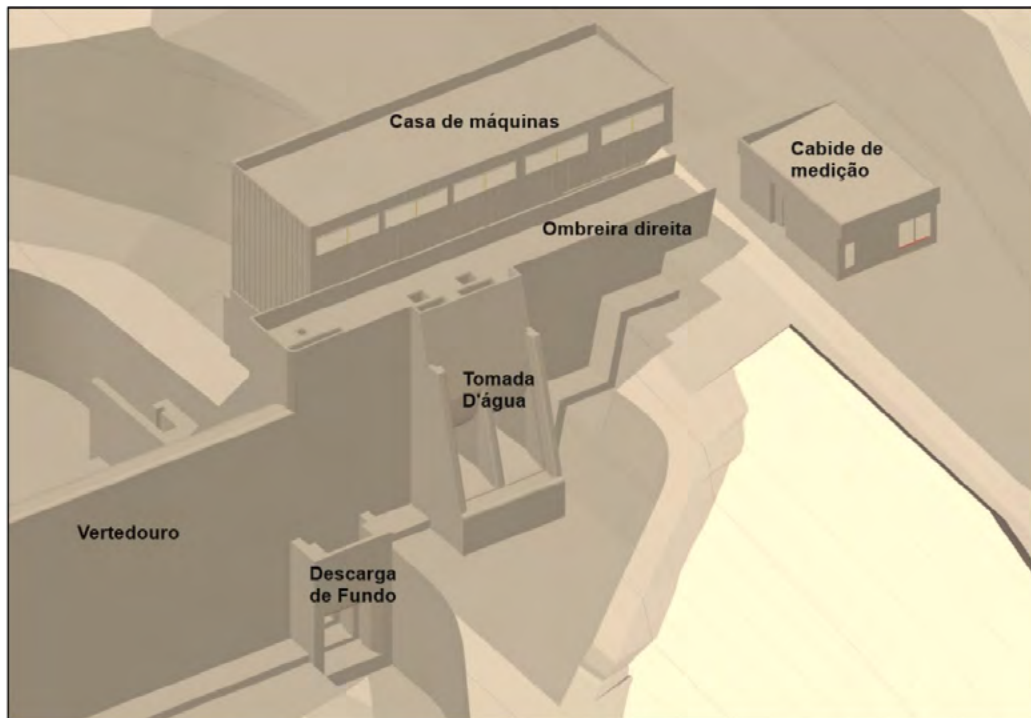
Por fim, as Figuras 14 e 15 que também apresentam o potencial em perspectiva e com mais detalhes. A Figura 14 mostra as principais estruturas do circuito hidráulico de jusante para montante. A Figura 15 apresenta as mesmas estruturas de montante para jusante.

Figura 14. Detalhe das estruturas de jusante para montante



Fonte: os autores.

Figura 15. Detalhe das estruturas de montante para jusante



Fonte: os autores.

DIMENSIONAMENTO DA POTÊNCIA DA USINA

O potencial hidrelétrico de um local é em função da queda bruta e da disponibilidade hídrica, de acordo com a Equação 1:

$$P_{\text{instalada}} = g * \eta * Q * H_{\text{liq}} \quad (1)$$

Onde g é a gravidade ($9,81 \text{ m/s}^2$), η é o rendimento do conjunto turbina/gerador, Q é a vazão turbinada (m^3/s) e H_{liq} é a queda líquida (m).

O rendimento é também conhecido como eficiência. É usual que o fornecedor do equipamento informe este valor que, por sinal, varia ao mudar a potência e a vazão. Além disso, cada tipo de turbina possui uma faixa de rendimentos aplicáveis. Para o estudo de caso em questão, será adotado o rendimento médio mais aplicado pelos fornecedores para as turbinas e geradores.

A vazão turbinada também é conhecida como engolimento máximo das unidades geradoras. É definida a partir do histórico de vazões

obtidos para o local da usina, associada a faixa operativa das turbinas escolhidas, conforme apresentado na Tabela 3.

A queda líquida é o resultado da queda bruta descontando as perdas de carga do circuito hidráulico. A queda bruta é a diferença de cotas entre a superfície da água no reservatório (nível de montante) e a superfície da água no canal de fuga (nível de jusante). Por outro lado, as perdas de carga são as perdas causadas pela fricção da água nas paredes do circuito hidráulico que,

para a usina em questão, são: grade e comporta da tomada d'água; conduto forçado, comporta do canal de fuga e canal de fuga. Em suma, significa que a energia no início do escoamento seja diferente da energia entregue no seu final, então, a queda líquida será menor do que a bruta.

ESTIMATIVA DA GARANTIA FÍSICA

A estimativa de garantia física da usina em estudo foi desenvolvida a partir do histórico de vazões obtidos para o local da usina, apresentado na Tabela 3, e aplicando a Equação 2, a qual foi extraída da Portaria MME nº 463/2009:

$$GF_E = \left(\sum_{i=1}^n \min((Q_i - (qr + qu)) * 9,81 * (Hb - h) * \eta_{tg}; P) \right) * (1 - \text{Perdas}_{con}) * (1 - \text{TEIF}) * (1 - \text{IP}) * \frac{1}{n \times 1.000} - C_{int} \quad (2)$$

Onde:

GF_e = garantia física (MWmed);

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

n = quantidade de meses do histórico de vazões, que não pode ser inferior a 30 anos;

Q_i = vazão média do mês i (m^3/s);

qr = vazão remanescente, que deve ser liberada entre a barragem e a restituição da vazão pelo canal de fuga, para manutenção da vida neste trecho (m^3/s);

qu = vazão retirada a montante do barramento para usos consuntivos (m^3/s);

Hb = queda bruta (m);

h = perda de carga hidráulica do circuito de adução (m);

η_{tg} = rendimento do conjunto turbina/gerador;

P = potência instalada total (kW);

Perdas_{con} = perdas elétricas até o ponto de conexão (%);

TEIF = taxa de indisponibilidade forçada, de 1,26% para o porte da usina em questão, conforme Nota Técnica ANEEL nº 068/2013;

IP = taxa de indisponibilidade programada, de 3,73%, conforme a mesma nota técnica;

C_{int} = consumo interno da usina (MWmed).

ESTIMATIVA DA VIABILIDADE ECONÔMICA

Para estimar o investimento total da usina estudada, levou-se em consideração o valor do kW instalado considerado até recentemente pela ANEEL através do item 17.1 do Anexo V da Resolução Normativa nº 875/2020, equivalente a R\$ 8.956,32/kW instalado para as PCHs. Apesar deste item ter sido revogado pela Resolução Normativa 1.070, de 29/08/2023, é considerado um bom parâmetro para estimativa do investimento total das usinas hidrelétricas.

Associado ao custo total do empreendimento, se faz necessário considerar um custo de venda da energia gerada pela usina e, a partir disso, estimar a taxa interna de retorno (TIR) em si. Imaginando ser uma usina que possa vender a energia através da modalidade de Geração Distribuída – GF, de aproximadamente R\$ 300,00/MWh.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A potência instalada de um empreendimento hidrelétrico é obtida em função da queda bruta e da disponibilidade hídrica, calculada através da Equação 1. Adotou-se como rendimento médio do conjunto (η) o valor de 88,32%, já que é muito comum entre os principais fornecedores destes equipamentos a adoção de 92% para o rendimento das turbinas e 96% para o rendimento médio dos geradores. A vazão turbinada (Q) do ponto ficou definida em 16,50 m³/s tendo em vista que é uma vazão coerente com a média histórica do rio em questão. A queda líquida resultou em 14,00 m, uma vez que a perda de carga do circuito hidráulico do potencial foi de 0,50 m. Então, aplicando tais dados na Equação 1, tem-se: $P_{\text{instalada}} = 2.000 \text{ kW}$ ou 2,00 MW.

Sendo esta a potência instalada e considerando o disposto nos artigos 4º, 5º e 6º da Resolução Normativa nº 875/2020, a usina hidrelétrica em questão é enquadrada como Central Geradora Hidrelétrica com Capacidade Instalada Reduzida, também chamada de CGH. Além do baixo impacto ambiental, as CGHs têm grande importância para o meio ambiente, uma vez que protegem as margens dos rios contra erosão e fazem o uso múltiplo das águas para irrigação, piscicultura, lazer e abastecimento para o município (ABRAPCH, 2023).

No que diz respeito ao valor de garantia física da usina, também conhecido como energia média, o valor encontrado foi de 1,40 MWmed, que resulta em uma geração anual de 12.264 MWh/ano.

Isso remete a uma expectativa de faturamento bruto anual de R\$ 3.679.200,00 (três milhões, seiscentos e setenta e nove mil e duzentos reais), quando se considera o valor de 300,00/MWh.

Em relação ao custo total do empreendimento, levando em conta a base de R\$ 8.956,32/Kw instalado, o resultado foi de R\$ 17.912.640,00 (dezesete milhões, novecentos e doze mil, seiscentos e quarenta reais).

Significa dizer que a usina se paga em praticamente 5 anos, ou seja, o valor investido no potencial, desde o projeto até a execução é resgatado de volta neste período.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste trabalho, percebeu-se a importância de um bom levantamento dos recursos hídricos do ponto de interesse, pois trazem reflexos importantes na estimativa da energia gerada do empreendimento. Neste caso em questão, utilizou-se uma série de vazões mensais, aceitas pelos órgãos ambientais e entidades do setor. No entanto, determinar um potencial através de dados de vazões diárias, é muito mais coerente com a realidade hidrológica do rio em estudo.

Ainda sobre vazões, o histórico no local da usina apresenta uma vazão máxima de 56,51 m³/s, ocorrida no mês de junho de 2017. Mas optou-se por turbinar apenas 16,50 m³/s, pois é um valor próximo da média histórica no local da usina. Significa dizer que sempre que a vazão afluente for superior a 16,50 m³/s, haverá vertimento na usina. Isso vale para as vazões mínimas, ou seja, quando a vazão afluente estiver abaixo de 2,50 m³/s (referente a 30% da capacidade nominal de uma das unidades geradoras), as máquinas terão que ser desligadas e tal vazão irá verter, mantendo o fluxo rio abaixo.

Também se percebe a importância de uma análise técnica e econômica antes de iniciar qualquer empreendimento hidrelétrico, pois mesmo se tratando de uma CGH, o investimento é alto e a responsabilidade muito relevante.

Conclui-se que o potencial estudado é uma CGH dispensada de concessão, permissão ou autorização da ANEEL; seu processo de licenciamento é mais simplificado; seu tempo de construção menor do que os demais tipos de usina e possui viabilidade econômica, tendo em vista que em curto período se retira todo capital investido.

REFERÊNCIAS

ABRAPCH. **O que são PCHs e CGHs.** Disponível em: <<https://abrapch.org.br/2014/03/o-que-sao-pchs-e-cghs/>> Acesso em: 28 outubro 2023.

ABRAPCH. **Benefícios das PCHs e CGHs.** Disponível em: <<https://abrapch.org.br/o-setor/beneficios-das-pchs-e-cghs/>> Acesso em: 31 outubro 2023.

ADRADA, T.; MANCEBO, J.A.; MARTIZEZA, C. **Pequenas Centrais Hidrelétricas.** ONUDI – Observatório de Energias Renováveis para a América Latina e o Caribe. 2013.

ANA. **Hidroweb - rede hidrometeorológica nacional.** Disponível em: <https://hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 20 set. 2023.

ANA. **Manual de estudos de disponibilidade hídrica para aproveitamentos hidrelétricos.** Brasília: ANA, SOF, 2010.

ANEEL. **Nota Técnica nº 068, de 6 de setembro de 2013.** Disponível em: https://www.isactep.com.br/Arquivos/Download/Revisao_Tarifaria_do_Principal_Contrato_de_Concessao/Nota_Tecnica_ANEEL_160-2017_22092017.pdf. Acesso em: 28 out. 2023.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 875, de 10 de março de 2020.** Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2020875.pdf>. Acesso em: 28 out. 2023.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 1.070, de 29 de agosto de 2023.** Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20231070.html>. Acesso em: 28 out. 2023.

BRASIL. **Portaria nº 463, de 3 de dezembro de 2009.** Brasília – DF: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/acesso-a-informacao/legislacao/portarias/2009/portaria-n-463-2009.pdf/view>. Acesso em: 28 out. 2023.

ELETRORÁS. **Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas.** Edição 2007. Disponível em: <https://eletrobras.com/pt/Paginas/Manuais-e-Diretrizes-para-Estudos-e-Projetos.aspx>. Acesso em: 28 out. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2023**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2023>. Acesso em: 28 out. 2023.

FLÓREZ, R. O. **Pequenas Centrais Hidrelétricas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

LOUREIRO, D. **Como Funciona o Reservatório a fio d'água?** Empresa de Pesquisa Energética - EPE, 2020. Disponível em: <http://www.uhebemquerer.com.br/como-funciona-o-reservatorio-a-fio-dagua/>. Acesso em: 28 out. 2023.

MAUAD, F. F.; FERREIRA, L. da C.; TRINDADE, T. C. G. T. **Energia Renovável no Brasil**. São Carlos, EESC/USP, 2017. Disponível em: <https://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/view/168/154/740>. Acesso em: 28 out. 2023.

MELATI, M. D.; MARCUZZO, F. F. N. **Mapeamento Fisiográfico Básico das Sub-bacias Pertencentes à Bacia do Rio Uruguai**. CPRM/SGB e IPH/UFRGS. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/15053/3/fisiografia_bacia_%207.pdf. Acesso em: 28 out. 2023.

MORAN, E. F. *et al.* **Sustainable hydropower in the 21st century**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 115, n. 47, 2018, p. 11891–11898. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.1809426115>. Acesso em: 31 out. 2023.

OLIVEIRA, B. A. **Conhecendo os componentes de uma usina hidrelétrica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

SILVA, M. L. B. da.; CHERUBINI, E.; KERN, R. Análise da metodologia do MME/ANEEL para o cálculo dos montantes de energia assegurada e garantia física de energia de PCHs. **Estudo de Caso de uma PCH**. UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina. ENS – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/166788/Artigo%20Marina%20Bortoli.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 out. 2023.

SIMÕES, A. L. G. **Energia Hidráulica e Sistemas de Geração Hidrelétricos**. Centro Universitário Leonardo da Vinci. Núcleo de Educação a Distância. Indaial, SC. 2023.