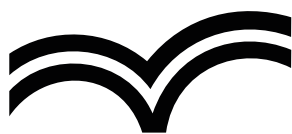


MAIÊUTICA DAS ENGENHARIAS



UNIASSELVI

CENTRO UNIVERSITÁRIO LEONARDO DA VINCI

Rodovia BR 470, Km 71, nº 1.040, Bairro Benedito

89084-405 - INDAIAL/SC

www.uniasselvi.com.br

REVISTA MAIÊUTICA

Engenharia

UNIASSELVI 2020

Reitor da UNIASSELVI

Prof. Hermínio Kloch

Pró-Reitora de Ensino de Graduação Presencial

Prof. Antônio Roberto Rodrigues Abatepaulo

Pró-Reitora de Ensino de Graduação a Distância

Prof.^a Francieli Stano Torres

Pró-Reitor de Ensino de Pós-Graduação

Prof. Carlos Fabiano Fistarol

Pró-Reitor Operacional de Ensino

Prof. Érico Coelho Ribeiro

Editor da Revista Maiêutica

Prof. Luis Augusto Ebert

Comissão Científica

Aline de Viegas Beloni

Diego Milnitz

Eliza Damiani Woloszyn

Giovani Renato Zonta

Giuliani Facco

Henrique Gonçalves Pereira

Leandro Marques Correia

Marcelo Henrique Soar

Naiane Paiva Stochero

Editoração e Diagramação

Equipe Produção de Materiais

Revisão Final

Equipe Produção de Materiais

Publicação *On-line*

Propriedade do Centro Universitário Leonardo da Vinci

Apresentação

Caro leitor, dentro de uma nova proposta, a Revista Maiêutica: Engenharias nos apresenta com alguns dos melhores artigos dos professores e acadêmicos de todos os cursos de engenharias 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, contribui para o desenvolvimento de bons trabalhos acadêmicos contribuindo para uma educação empreendedora, criativa e profissional. Este 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 não exploradas, a inspiração e o aprofundamento de novas avenidas de pesquisa. O aprofundamento dos estudos torna simples a realização das tarefas para aqueles que detêm e desenvolvem e testam as possibilidades. Após diversos erros e acertos inerentes ao processo de aprendizado e de testagem, podem propor a solução que melhor atenda às especificidades e requisitos aos quais seu objetivo está alicerçado. Temáticas relevantes e atuais são abordadas ao longo da revista. Esperamos que a leitura seja esclarecedora e inspiradora!

Bom proveito!

Professor Luis Augusto Ebert
Coordenador Engenharia Ambiental e Sanitária

Professora Naiane Paiva Stochero
Coordenadora Engenharia Civil, Produção e Mecânica

Professor Léo Roberto Seidel
Coordenador Engenharia Elétrica



SUMÁRIO

METODOLOGIA DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (MASP) NA AUTOMAÇÃO DO PROCESSO DE VEDAÇÃO DA PORTA DE REFRIGERADORES **Quality control storyboard (qc-story) in the automation of refrigerator door sealing process**

Dione Cleiton de Souza

Geovani Fernandes Bernardo

Flavio Santos Gonçalves Rua 7

MOTOR V4 ELETROMAGNÉTICO

Electromagnetic V4 engine

Cristiano R. Gonçalves

Márcio da C. Nunes

Natanael Souza

Rogério Gonçalves Machado

Vanessa Moura de Souza 23

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE REVENIMENTO NA DUREZA SUPERFICIAL DO AÇO 41CRS4

Influence of temperature of tempered on the surface hardness of steel 41CrS4

Thomas Adriano Rebelo

Christian Doré

Lucile Cecília Peruzzo 35

AValiação DE UM COMPONENTE DE DESGASTE FABRICADO EM AÇO FUNDIDO E LAMINADO/FORJADO

Evaluation of a wear component made in cast and laminated/forged steel

Ricardo Maciel Zaleski

Christian Doré

Lucile Cecília Peruzzo 45

PROJETO ASAS ÁGUA, SEDIMENTOS, ALGAS E SOLOS DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DO ITAJAÍ 57

PROJETO CAMA PET

Pet bed project

Alencastro Nunes Manique

Danielle da Silva Carvalho

Elaine Raquel de Oliveira Gavilan

Lisiane F. Pletiskaitz Figueira

Rodrigo Silveira Cecon 69

CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DE UM TRANSPORTADOR HELICOIDAL DE PEQUENAS PROPORÇÕES

Construction and analysis of efficiency of a small proportion helicoidal carrier

Carlos Foss	
André Lopes	
Murilo Teixeira	
Silvia Kowaleski	
Vanessa Moura de Souza	83

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE SUPERFÍCIES DE FILMES FINO DE NiO POR MICROSCOPIA ÓPTICA

Morphological characterization of surfaces of NiO thin films by optical microscopy

Emerson Trajano Bernardo da Silva	
Haandrey Henrique Barbosa da Silva	
Murilo Antonio Gomes Nogueira	
Paulo Vitor Silva de Lima	
Erivaldo Laurindo Gomes.....	97

DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS A PARTIR DO COMPOSTO FORMADO PELA FIBRA DA PALMEIRA-REAL, CERA DE ABELHAS E MUCILAGEM DE CIANOBACTÉRIAS DE SOLO

Development of biodegradable packaging from the compound formed by the fiber of palmeira real, bees wax and mucilage of soil cyanbacteria

Natália Possamai	
Kleber Renan de Souza Santos	103

FACE SHIELD PRODUZIDO POR IMPRESSÃO 3D FDM DURANTE A PANDEMIA DO COVID-19

Face shield produced by fdm 3d printing during Covid-19 pandemic

Naiane Paiva Stochero	
Marcelo Henrique Soar	
Henrique Gonçalves Pereira	123

EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA ATENDIMENTO DE CONDICIONANTE DE LICENÇA AMBIENTAL DE OBRA PÚBLICA: um estudo de caso em Joinville

Environmental education to meet environmental license conditions of public works: a case study in joinville

Letícia de Souza Araújo Visentainer	
Kleber Renan de Souza Santos	135

COMPARATIVO DA MISTURA ASFÁLTICA DO TIPO SMA COM FIBRAS DE CELULOSE E FIBRAS DO BAGAÇO DE CANA

Comparison of sma type asphalt mixture with cellulose fibers and sugar cane fibers

Camila Eyng da Silva	
Manoel Ricardo Dourado Correia	
André Luiz Moura	
Roberto Lucio Correa Bueno	155

METODOLOGIA DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (MASP) NA AUTOMAÇÃO DO PROCESSO DE VEDAÇÃO DA PORTA DE REFRIGERADORES

Quality control storyboard (qc-story) in the automation of refrigerator door sealing process

Dione Cleiton de Souza¹
Geovani Fernandes Bernardo
Flavio Santos Gonçalves Rua

Resumo: Ao empregar a Metodologia de Análise e Solução de Problemas (MASP) em uma fábrica de refrigeradores na região de Curitiba/PR, com base em um estudo de caso através de uma abordagem quantitativa e qualitativa, esse estudo teve como finalidade analisar a produção de pré-montagem de portas, sendo assim, foi desenvolvida pelos operadores, por meio da implantação de uma unidade robótica que promove uma série de melhorias, eliminando vários retrabalhos devido ao vazamento de PU (poliuretano), perda de material (*hot melt*) e, conseqüentemente, possibilita redução dos custos e promovendo melhoria na qualidade de seus processos. A metodologia de análise solução de problemas teve o intuito de identificar as não conformidades, foram selecionadas as ferramentas da qualidade sendo a Folha de Verificação, o Diagrama de Causa e Efeito, os 5 Porquês, Diagrama de Pareto, ciclo P.D.C.A o histograma e o fluxograma. O método utilizado possibilitou a redução de um alto índice de 97% de melhora significativa das não conformidades e 89% de redução em cima das sucatas.

Palavras Chave: MASP. Ferramentas. Retrabalhos. Processos.

Abstract: By using the Quality Control Storyboard (QC-Story) in a refrigerator factory in the region of Curitiba/PR, based on a case study through a quantitative and qualitative approach, this study aimed to analyze the pre-assembly production of doors, so it was developed by the operators, through the implantation of a robotic unit that promotes a series of improvements, eliminating several reworks due to the leakage of PU (polyurethane), loss of material (*hot melt*) and consequently allows reduction of the costs and promoting improvement in the quality of its processes. The QC-Story was intended to identify non-conformities, the quality tools were selected being the Verification Sheet, the Fishbone Diagram, the 5 Whys, Pareto Chart, PDCA cycle, the Histogram and the Flowchart. The method used made it possible to reduce a high rate of 97% of significant improvement in non-conformities and 89% of reduction over scrap.

Keywords: QC-Story. Tools. Rework. Processes.

Introdução

Este estudo foi realizado em uma fábrica de refrigeradores na região de Curitiba-PR, no intuito de melhorar um determinado processo, resolvendo um problema utilizando o MASP e as ferramentas de qualidade para indicar o problema, suas causas e apontar como solucioná-lo, a empresa em questão atua em mais de 150 países com quase 100 anos de existência, uma de suas prioridades é manter o portfólio que atende às tendências do mercado, objetivando a satisfação dos clientes e ofertando produtos com inovação, design funcionalidade e qualidade em suas mercadorias, o que permite atingir o índice de satisfação de seus clientes. Seus produtos são destinados, principalmente, para o uso do consumidor, sendo, também, para uso profissional.

A Metodologia de Análise e Solução de Problemas (MASP) tem a finalidade de analisar o processo de melhoria ocasionado com a implantação de automação na etapa produtiva do setor de pré-montagem de portas, dessa forma, verificando quais foram os benefícios proporcionados pela melhoria em questão, fato desenvolvido em virtude dos altos índices de retrabalhos e sucatas do processo efetuado de forma manual pelos operadores do processo produtivo.

¹ Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSSELVI. Rodovia BR 470 – Km 71 – nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC. Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br.

Com a aplicação de cola quente (*hot melt*) nas portas dos refrigeradores, foi verificado uma falha no processo, na qual o operador tem que fazer a aplicação entre o corpo-porta e a cabeceira, resultando em uma falha no canal, chegando a gerar um vazamento de PU (poliuretano) depois da espumação das portas, gerando retrabalhos, sucatas e perdas de produção.

A metodologia de análise e solução de problemas objetivou-se a verificar a automação das atividades desenvolvidas pelos operadores, por meio da implantação de uma unidade robótica. Foi analisado o funcionamento do processo. Identificar as falhas na operação e suas não conformidades geradas, levantar os procedimentos executados pelos colaboradores (tempo/movimentos), propor alternativas de melhorias no processo de produção dos refrigeradores.

De maneira que, provavelmente, a instalação do equipamento robótico para automação do processo promoverá uma série de melhorias, eliminará retrabalhos de vazamento de PU, com isso, não teremos apontamento nos indicadores ligados diretamente na qualidade do produto, possivelmente os riscos de acidentes, também as perdas com o material (adesivo hot melt) e o desgaste dos operadores.

O estudo empregando à Metodologia de Análise e Solução de Problemas (MASP) é importante na forma com que permite a empresa reduzir suas perdas e otimizar seus processos, aprimorando os procedimentos operacionais dos colaboradores, promovendo a melhoria na qualidade dos seus produtos. Também pode contribuir de maneira eficaz na exposição dos seus trabalhadores a riscos desnecessários, assim como possibilita redução dos custos e proporciona maior qualidade nos processos.

A MASP utiliza das ferramentas da qualidade, sendo a folha de verificação que teve como objetivo facilitar a leitura dos dados e organizá-los, também foi usado o diagrama de causa e efeito, que tem como objetivo organizar através de uma representação gráfica permitindo visualizar facilmente a cadeia de causas e efeitos do problema. Do mesmo modo, foi necessário usar os 5 Porquês, que usa um conjunto específico de etapas com instrumentos associados para encontrar a causa primária do problema.

O Diagrama de Pareto serve para ordenar as frequências das ocorrências, da maior para a menor, do ciclo P.D.C.A utilizado para planejar e gerenciar de forma a garantir alcance de metas estabelecidas, bem como o histograma para demonstrar os dados históricos das ocorrências. O fluxograma para representar o fluxo do processo de trabalho.

Então, dessa maneira, a aplicação da MASP à temática possibilitou a implantação das melhorias abordadas durante a aplicação dos instrumentos da qualidade no tratamento das não conformidades levantadas.

Fundamentação Teórica

Conforme Oliveira e Hu (2018), MASP – abreviatura para Metodologia de Análise e Solução de Problemas – pode ser definida como a união de conceitos presentes no ciclo PDCA – Planejar, Desenvolver, Controlar e Ajustar – e ferramentas básicas de qualidade, como o Brainstorming, o Diagrama de Pareto, os 5 Porquês etc.

A obtenção de sucesso na utilização das ferramentas de qualidade se encontra diretamente ligada ao apontamento de dados gerados antes, durante e após os processos executados. O registro aplicado corretamente mostrara indicadores fornecendo informações que facilitam a mensuração dos dados mensurados, apontando as melhorias nos processos. Através das informações obtidas com as ferramentas da qualidade avalia-se cada processo, colaboradores se tornam mais autônomos para tomada de decisões, melhorando o processo produtivo. Assim, as ferramentas da qualidade, em conjunto com a informação, são componentes indispensáveis a administração estratégica (PONGELUPPE, 2002).

Ainda, de acordo com Seleme e Stadler (2008, p. 25) “o MASP apresenta como prioridade a palavra metodologia, tamanha é a importância do conhecimento do método para a perfeita aplicação das ferramentas”. Conforme observado no texto dos mesmos autores, através da MASP e do PDCA se obtêm a melhoria de processos e de gestão, de maneira contínua, para o controle de qualidade total.

Para facilitar a visualização de como funciona processualmente a MASP, Lucinda (2010, p. 122) ilustra as fases e suas respectivas ferramentas para desenvolvimento dessa metodologia.

De acordo com Lucinda (2010, p. 120), as fases podem ser explicadas de maneira mais sucinta, como:

- **Fase 1 – Identificação do problema:** identificar o problema de forma que se possa chegar a uma solução com a minimização de erros.
- **Fase 2 – Estabelecimento de prioridades:** deve-se estabelecer as prioridades para organizar os recursos e priorizar onde devem ser alocados.
- **Fase 3 – Identificação e avaliação das causas dos problemas:** o problema deve ser atacado na fase inicial e não a sua consequência.
- **Fase 4 – Gerar alternativas de solução:** identificar a causa dos problemas facilita a geração de uma gama de alternativas para solucionar o problema.
- **Fase 5 – Avaliação das alternativas de solução:** das muitas alternativas anteriormente geradas nesta fase, busca-se a mais eficaz e que apresente o melhor custo benefício.
- **Fase 6 – Planejamento das ações para a solução:** nesta fase, determinam-se prazos, recursos a serem empregados, cronogramas e determinam as tarefas e quem deve executá-las.
- **Fase 7 – Implementação e avaliação:** nesta fase, as soluções implementadas são avaliadas para se obter os resultados, avaliá-los e compará-los e, assim, determinar se o resultado atingido foi ou não satisfatório.

Quadro 1. Fases e respectivas ferramentas do MASP.

Fase	Ferramenta
Identificação do problema	Brainstorming Brainwriting
Estabelecimento de prioridades	Matriz GUT Pareto
Identificação e avaliação das causas	Diagrama de causa e efeito Diagrama de afinidade 5W2H Cinco porquês
Geração de alternativas	Brainwriting Brainstorming
Avaliação de alternativas	Matriz de decisão Seis chapéus
Planejamento das ações	Diagrama de árvore
Implantação e avaliação	

Fonte: Lucinda (2010, p. 122).

Com base nos autores Correia e Correia (2009, p. 19):

Em tempos de globalização da economia, com a velocidade das evoluções tecnológicas, sociais e gerenciais, com a diminuição das margens de lucro e com os clientes cada vez mais exigentes, as formas como as organizações tem se adaptado ao mercado dessa

forma desenvolvendo questões como a abordada nesse artigo (automação do processo), que a implantação de técnicas de trabalho com o intuito de aperfeiçoar seus respectivos processos produtivo, uma vez que a empresa estudada adotou essa melhoria de processo a fim de buscar excelência no seu respectivo sistema produtivo com enfoque na redução de retrabalhos e sucatas e dessa forma contribuir para o melhor desempenho da empresa perante o seu nicho de mercado.

A Metodologia de Análise e Solução de Problemas (MASP) utiliza das ferramentas da qualidade as quais são métodos utilizados para a melhoria de processos e soluções de problemas de processos, visando o objetivo de fácil aplicação do Controle Estatístico de Processos, facilitando a sua coleta de dados e apresentação.

O “Diagrama de Causa e Efeito” ocupa um destaque em ambas as pesquisas, mencionado em artigos e apontado entre uma das maiores práticas, muito embora os três especialistas da qualidade utilizam a “Média utilização” (BANAS, 2015c).

A melhor compreensão ao destaque encontrado se dá pela coerência observada ao assinalarem, como uma das finalidades mais importantes das ferramentas da qualidade, a “Identificação de causa de problemas” – bastante adequada a esse objetivo –, a qual nos ajudou a descobrir a causa da nossa não conformidade de vazamento de PU nas portas dos refrigeradores, possibilitando-nos a usar outra ferramenta da qualidade, os 5 porquês, que ajudou a chegar na causa raiz do problema, proporcionando a melhora no processo, foi feita a verificação de melhoria, o que fazer para melhorar o processo, foi analisado e implantado o KR AGILUS, um robô de seis eixos compactos que está configurado para máximas velocidades de trabalho com diversas versões, posições de montagem, raios de alcance e capacidades de carga e um mestre da precisão, ele convence pela sua versatilidade que lhe permite novas áreas de aplicação.

Segundo Giocondo (2011), essas ferramentas são utilizadas por todos de uma organização e são úteis no estudo relacionados às etapas para se girar o PDCA. As ferramentas podem ser usadas para identificar e melhorar a qualidade, sendo encaradas como meios para atingir os objetivos e metas. Contudo, o objetivo das ferramentas é eliminar ou reduzir fontes de variação controláveis em produtos/serviços.

Segundo Banas (2015b), a Folha de Verificação é uma ferramenta de registro de eventos e observações em tempo real, permitindo que se constatem tendências.

Trata-se de elemento básico para levantamento de dados a serem analisados num processo de acompanhamento ou de melhoria da qualidade, o qual nos ajudou a identificar as não conformidades, a folha de verificação foi usada em nossa área de recuperação cujo recuperador identificava quantos vazamentos de portas saia por dia/turno e sucata, isso ajudou a comparar os resultados antes da implantação, mostrando-nos a melhora que alcançamos com a implantação robótica.

De acordo com Caldeira (2009), o histograma é uma representação gráfica em formato de colunas (retângulos) onde se dispõem os intervalos de classes e a distribuição de frequência ou de ocorrência de cada uma delas.

Segundo Banas (2015a), o gráfico de Pareto é organizado do maior problema ou frequência de ocorrência para a menor. Dessa forma, permite priorizar os “vitais poucos”. O “Diagrama de Pareto” também apresentou a mesma importância do que o “Diagrama de Causa e Efeito”. As finalidades “priorização de problemas a serem solucionados” e “identificação de causa de problemas” apresentadas como uma das mais relevantes ao uso das ferramentas da qualidade são prováveis indicativos da prática e do interesse acadêmico.

O Diagrama de Pareto nos possibilitou separar em gráficos as não conformidades em ordem crescente e decrescente para melhor visibilidade dos leitores.

Segundo Oliveira (2002), o fluxograma é utilizado de diferentes formas geométricas representativas, das várias etapas de processo, facilitando o seu entendimento, a identificação de gargalos e dos pontos de melhoria. A similaridade mais significativa entre as pesquisas foi a constatação de que o “Fluxograma” é uma das Ferramentas da Qualidade mais utilizadas na prática das organizações e também a mais mencionada em artigos num total de 23 menções.

Metodologia

O artigo de pesquisa utilizou da metodologia de análise e solução de problemas (MASP), considerando os itens relacionados a seguir, para demonstrar o passo a passo utilizado para realizar as atividades necessárias para elaborar este estudo.

Pesquisa

O estudo foi realizado com base em uma abordagem quantitativa e qualitativa. Conforme Dalfvo (2008, p. 7), “possui com diferencial a intensão de garantir a precisão dos trabalhos realizados, conduzindo a um resultado com pouca chance de distorções”.

A pesquisa foi desenvolvida com a natureza de estudo de caso. De acordo com Gil (2002, p. 54), “É uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada nas ciências sociais, consiste no estudo profundo exaustivo de objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”.

Foi realizada uma pesquisa qualitativa, segundo Richardson (1999, p. 125), podemos partir do princípio de que “a pesquisa qualitativa é aquela que trabalha predominantemente com dados qualitativos, isto é, a informação coletada pelo pesquisador não é expressa em números ou então os números e as conclusões neles baseadas representam um papel menor na análise”.

Segundo Campos (1999, p. 57), método é um “conjunto de princípios estipulados a fim de direcionar um trabalho em relação a sua execução e, dessa forma, atingir seus respectivos objetivos, através de ações combinadas, apreendidas e praticadas pelos respectivos envolvidos, possibilitando, assim, traçar uma direção em relação ao caminho a ser seguido”.

Com base nessa linha de pesquisa, o estudo pretende analisar a produção de portas considerando as perdas, assim como o retrabalho e sucatas em função do vazamento de PU depois da espumação, tal qual as que foram sucateadas, não havendo possibilidade de serem retrabalhadas, outro fator é analisar as perdas de produção, sucatas e quantidades de retrabalho.

Amostragem

A amostragem foi analisada em cima da folha de verificação, conforme Figura 1, foram coletados dados que o recuperador (operador de manufatura) lança diariamente. As N/C (não conformidades) obtidas durante os turnos, foram analisadas durante dois meses, levando em conta a pré-montagem de portas para atender a demanda da máquina denominada *hot melt* (cola quente), responsável por injetar o material na cabeceira com o corpo-porta, os dados a serem analisados são coletados a partir de documentos oficiais, conforme descrito a seguir.

Figura 1. Folha de verificação, registro de não conformidade.

DATA: ___/___/___		MODELO: _____	MODELO: _____	MODELO: _____										
NÃO CONFORMIDADES TIME 2:														
1	PORTA FREZEIR AMASSADA	1	PORTA FREZEIR BISCADA	1										
2	PORTA FREZEIR BISCADA	2	PORTA FREZEIR AMASSADA	2										
3	PORTA REFRIGERADOR AMASSADA	3	PORTA REFRIGERADOR BISCADA	3										
4	PORTA REFRIGERADOR BISCADA	4	CAIXA DE INTERFACE SOLTA	4										
5	CAIXA DE INTERFACE SOLTA	5	CONTRA PORTA ENCAVALADA	5										
6	CONTRA PORTA ENCAVALADA	6	CONTRA PORTA TRINCADA	6										
7	CONTRA PORTA TRINCADA	7	CABECEIRA NA ENCAIXADA	7										
8	CABECEIRA NA ENCAIXADA	8	CAIXETA BISCADA	8										
9	CAIXETA BISCADA		OUTROS											
10	OUTROS													
REPINTURAS / SUCATAS														
BISCADO														
AMASSADO														
ESPONJADO														
REGISTRO HORARIO DE NÃO CONFORMIDADES PRE MONTAGEM DE PORTAS LINHA 2														
Hora	PORTA FREZEIR AMASSADA	PORTA FREZEIR BISCADA	PORTA REFRIGERADOR AMASSADA	PORTA REFRIGERADOR BISCADA	CAIXA DE INTERFACE SOLTA	Vazament o de PU nas portas	CONTRA PORTA TRINCADA	CABECEIRA NA ENCAIXADA	CAIXETA BISCADA	OUTROS	MOB / Peças	Status	ESCALATION	OE - BNE (Assessor Qualidade)
06:30											3	Reservado	1	
07:00											3	Inspeção de Qualidade e/ou Titulo de Qualidade	2	
08:00											3	Coordenador e/ou Supervisor	3	
09:00											3			
10:00											3			
11:00											6	Obrigatorios		
12:00											3			
13:00											3			
14:00											3			
15:00											3			
16:00											3			
TOTAL														Quantidade Max. de Peças por Hora: TIME 2-3

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Coleta de dados

Foi utilizada, para coletar dados, a folha de verificação, que tem como objetivo ilustrar N/C de vazamento de PU nas portas dos refrigeradores, foi usado histograma para demonstrar os dados históricos das ocorrências e também o Diagrama de Pareto para ordenar as frequências das ocorrências, da maior para a menor e, assim, na realização da estratificação e verificação das informações para resolução de problemas (quantidade de não conformidades) que ocorreram nesse período. Esses dados foram reunidos para o devido tratamento conforme abordado na análise.

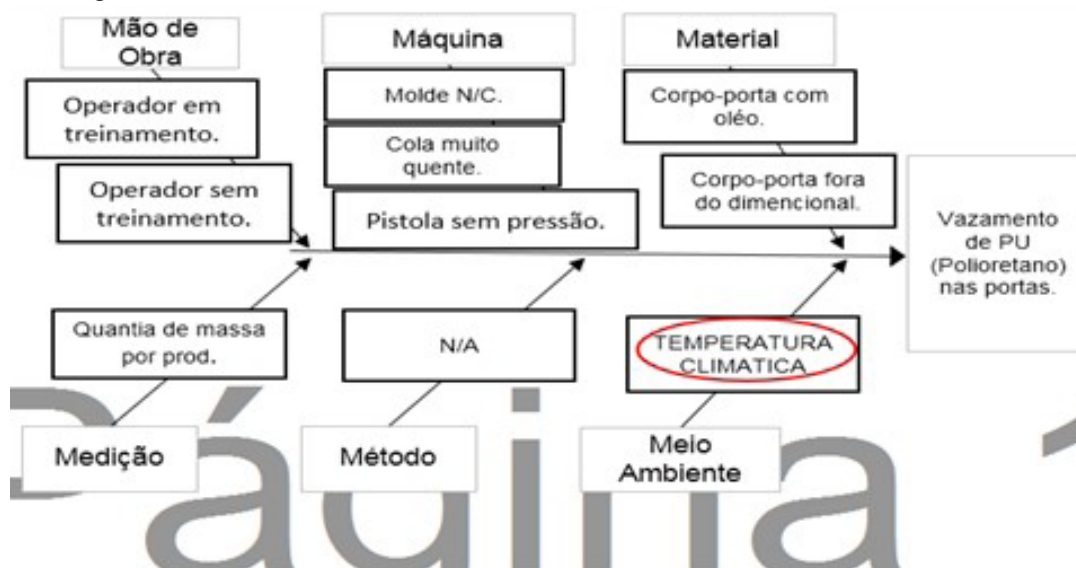
Análise e interpretação

Para a análise desse trabalho, foi coletado uma série de dados, os quais foram tabulados para sua melhor organização, e elaborados alguns gráficos para apresentação das informações levantadas durante a pesquisa, os quais demonstram todas as perdas registradas no cotidiano da produção.

Teve como objetivo facilitar a leitura dos dados e organizá-los, permitindo um rápido conhecimento. As folhas de verificação são tabelas/planilhas que facilitam a análise de dados, permitindo uma imediata informação da situação e ajudando a diminuir os erros. Sendo utilizadas para o registro de dados, sendo este um formulário de papel no qual os itens a serem verificados já estão impressos, de modo que os dados possam ser coletados de forma fácil e precisa.

Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa), Figura 2, tem como objetivo uma representação gráfica que permite visualizar facilmente a cadeia de causas e efeitos do problema. O diagrama mostra a relação entre as características da qualidade e os fatores que representa a relação entre o efeito de todas as possibilidades de causas que contribui para esse efeito.

Figura 2. Diagrama Causa Efeito.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Com base no conhecimento das ferramentas da qualidade e no problema visto, foi necessário usar os 5 Porquês, Quadro 2, que estão relacionados a uma técnica de análise, que parte da premissa que após perguntar cinco vezes porquê o problema está acontecendo, sempre relacionado à causa anterior, será determinada a causa raiz do problema ao invés da fonte de problemas, ele usa um conjunto específico de etapas com instrumentos associados, para encontrar a causa primária do problema, de modo que você pode determinar o que aconteceu, determinar por que isso aconteceu, descobrir o que fazer para reduzir a probabilidade de que isso vai acontecer novamente.

Quadro 2. Cinco porquês.

Por quê? 1	Temperatura climática
Por quê? 2	Máquina oscila com temperatura ambiente
Por quê? 3	Cola fica super aquecida
Por quê? 4	Não faz vedação corretamente
Por quê? 5	Devido ser um processo manual

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

O Diagrama de Pareto é um gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, possibilitando a pré-ordenação dos problemas. Indica, ainda, a curva de percentagens acumuladas, a maior utilidade desse diagrama é a de permitir uma fácil visualização e reconhecimento das causas ou problemas mais relevantes, possibilitando a centralização de esforços sobre eles. É uma das ferramentas mais eficientes para identificar problemas, melhorar a visualização, confirmar os resultados, comparar o antes e depois do problema e identificar itens que são responsáveis pelos impactos eliminando as causas.

O Ciclo PDCA, Quadro 3, é utilizado pelas organizações para gerenciar os processos internos de forma a garantir alcance de metas estabelecidas, tomando as informações como fator de direcionamento das decisões. Demonstra a representação gráfica das fases do PDCA, sendo que a primeira fase corresponde ao PLAN (planejamento) em que se definem as metas ideais (itens de controle) do processo analisado, estabelecendo-se os métodos para a sua consecução, a

segunda etapa compreende o DO (execução) sendo necessários a educação e o treinamento das pessoas envolvidas, com a execução efetiva das ações planejadas, a terceira etapa é composta do CHECK (verificação) que tem por objetivo comparar a execução (a partir dos dados registrados) com o planejamento, a quarta etapa, ACTION, implica em ações corretivas.

Quadro 3. Ciclo PDCA.

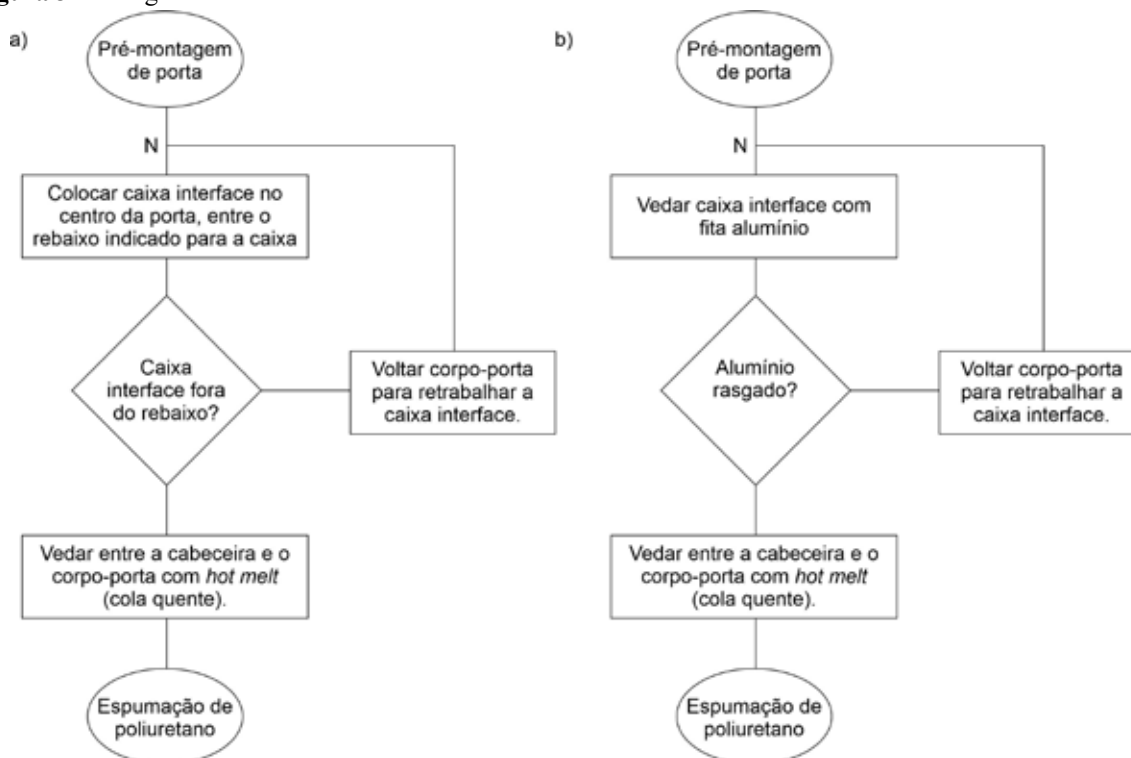
Planejar	Vazamento de PU devido a cola ficar super aquecida
Fazer	Implementar robô com nova máquina (mistura da cola com nitrogênio) para minimizar impactos de vazamentos de PU nas portas dos refrigeradores.
Checar	Com a implementação do robô com novo método de mistura de cola, foi eliminado os vazamentos de PU entre a cabeceira e o corpo-porta.
Agir	Atualizar padrão de trabalho conforme novo método de mistura de cola quente.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Nessa fase, a partir dos resultados alcançados, tem-se dois caminhos distintos a seguir: se a verificação mostrou que não foi possível atingir os resultados propostos, deve-se partir para o estudo de ações corretivas e a seguir retomar o método PDCA; porém, se os resultados propostos foram atingidos, deve-se então padronizar o processo, assegurando assim sua continuidade.

O fluxograma, Figura 3 (a e b), é um tipo de diagrama que pode ser interpretado através de uma representação gráfica de um processo, normalmente feita com gráficos que ilustram de forma simples a transição de informação entre elementos que o compõe.

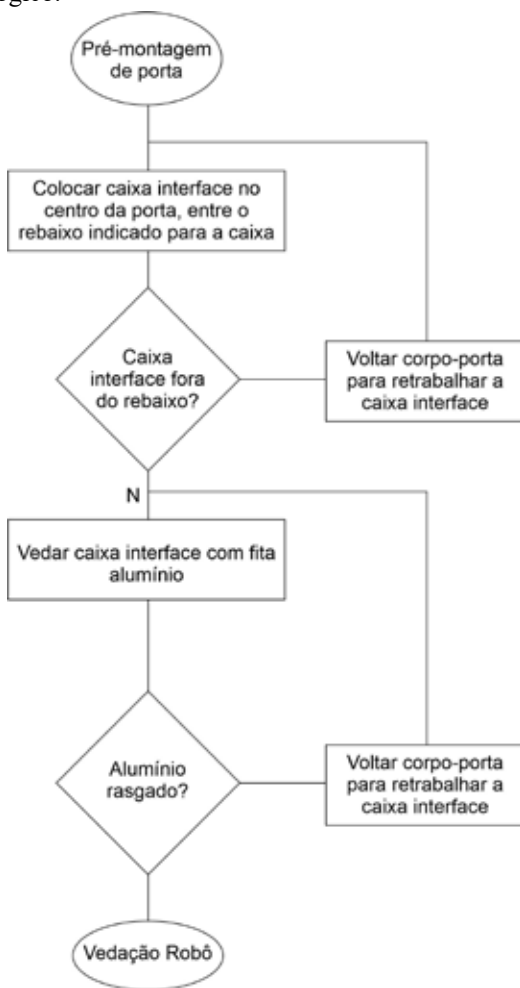
Figura 3. Fluxogramas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Com o fluxograma também é possível representar o processo depois da robotização, conforme Figura 4.

Figura 4. Fluxograma metodológico.

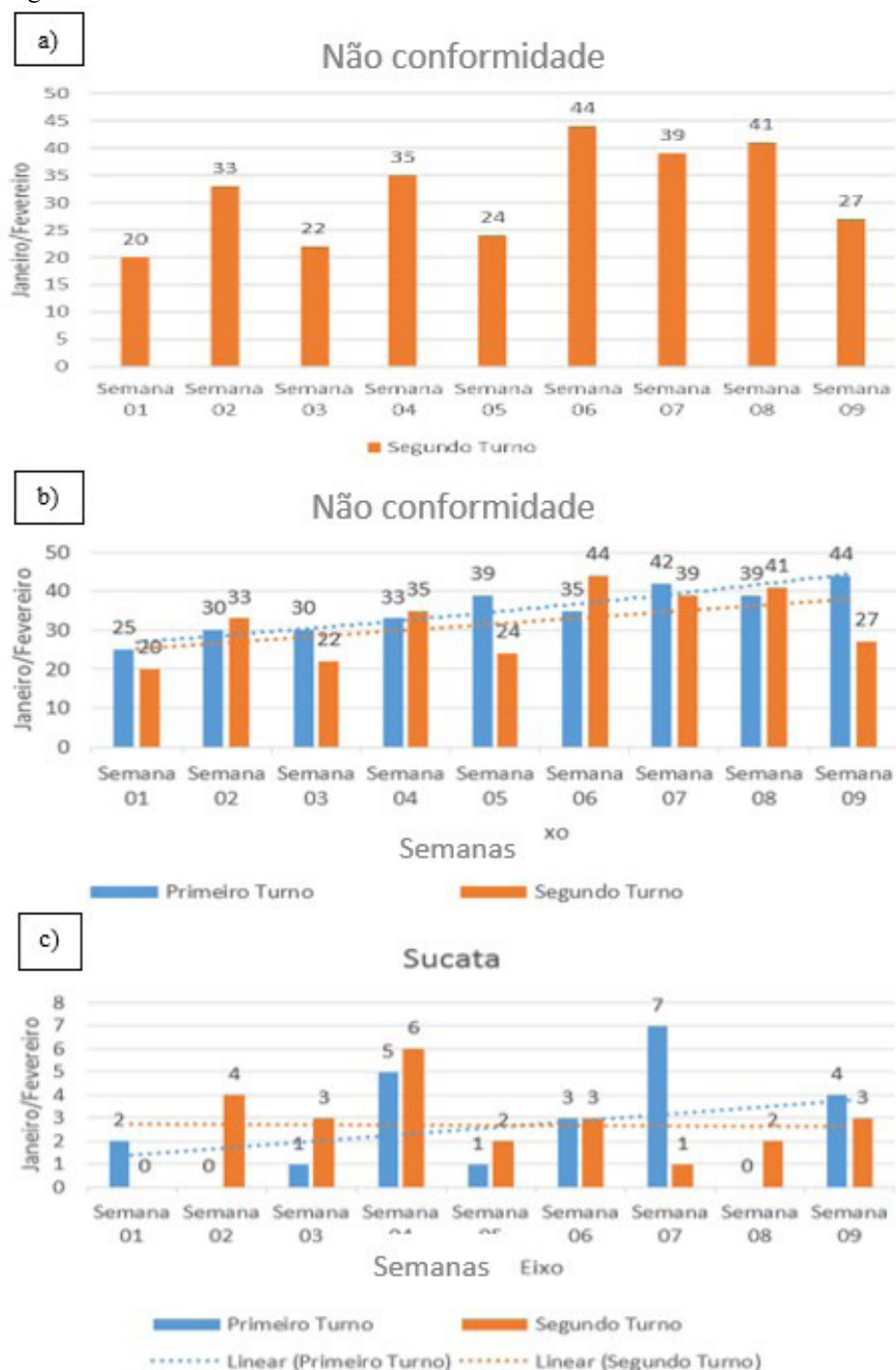


Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Resultados e Discussão

Desenvolvemos a discussão do estudo de melhoria de processo, analisando todas as etapas do projeto e comparando os dados coletados, dos quais o ferramental que mais se adequou ao seu desenvolvimento. Ao constituir os dados, no intuito de analisá-los e mensurá-los, foi utilizado o Diagrama de Pareto, conforme Gráfico 1.

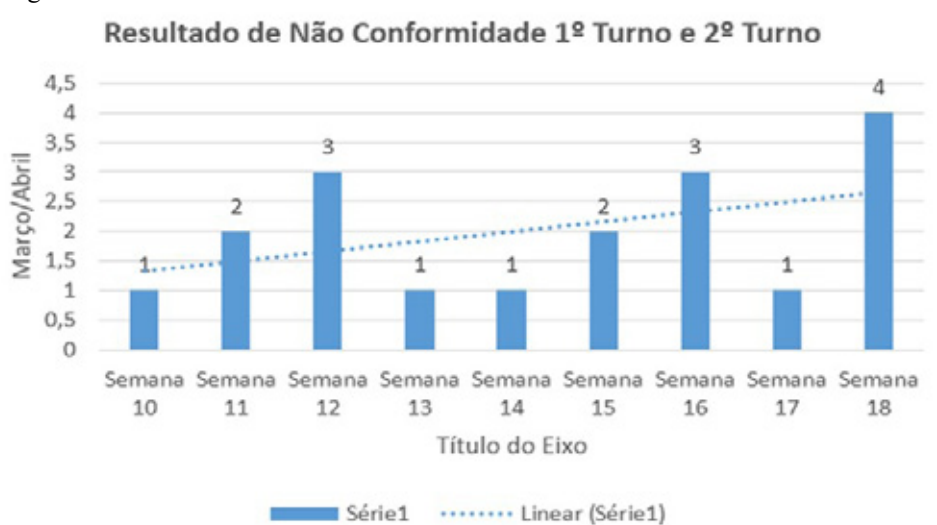
Gráfico 1. Diagrama de Pareto.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Durante a aplicação da pesquisa, foram encontrados uma série de resultados, os quais foram elencados, a seguir, para constatação dos dados obtidos acerca dos problemas levantado nesse estudo, bem como comprovar a hipótese descrita. Então, no que diz respeito às perdas, foi levantado que – no período citado na amostragem do processo de espumação de portas – ocorriam diversos vazamento de PU (Poliuretano), e com a implantação do braço robótico houve uma melhora significativa e obteve-se um ganho de 97% de melhoria das não conformidades, segundo Gráfico 2.

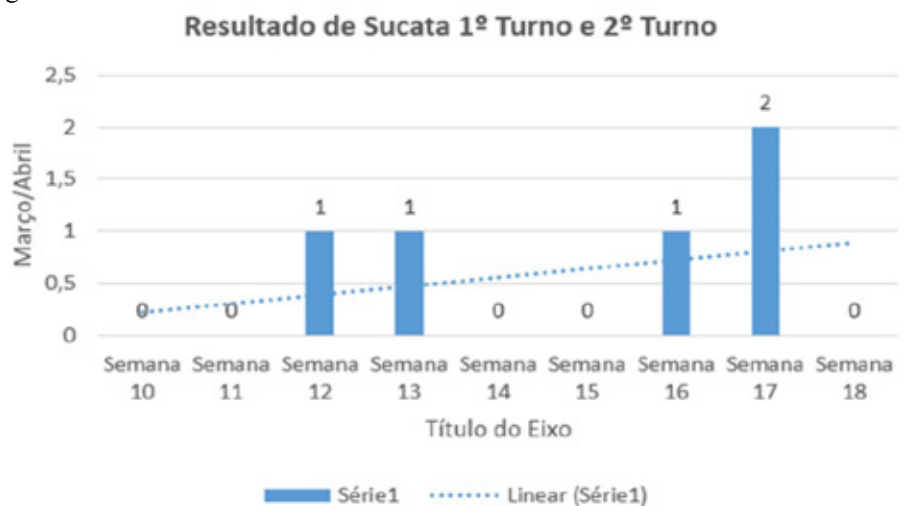
Gráfico 2. Diagrama de Pareto.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Conforme o Gráfico 3, foi constatado uma melhora de 89% em cima das sucatas por vazamento de portas. Também havia um risco de segurança no processo, o qual era manual, o operador poderia acertar o colaborador que estivesse no posto ao lado, pois a pistola que o operador usava para aplicação manual tinha uma pressão de alta resolução, e se atingisse um colaborador, este teria uma queimadura de leve a severa.

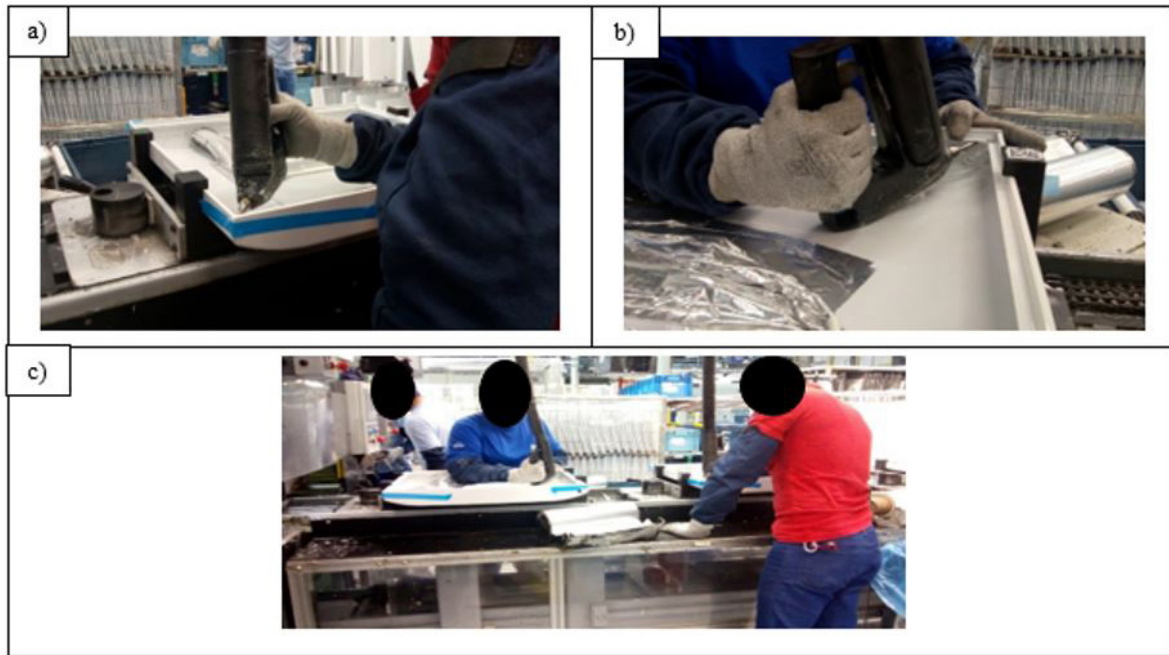
Gráfico 3. Diagrama de Pareto



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Na Figura 5 (a, b e c), conforme citado anteriormente, é possível observar funcionários participando de algumas etapas do processo envolvido, que podem vir a representar algum risco à saúde/risco de segurança.

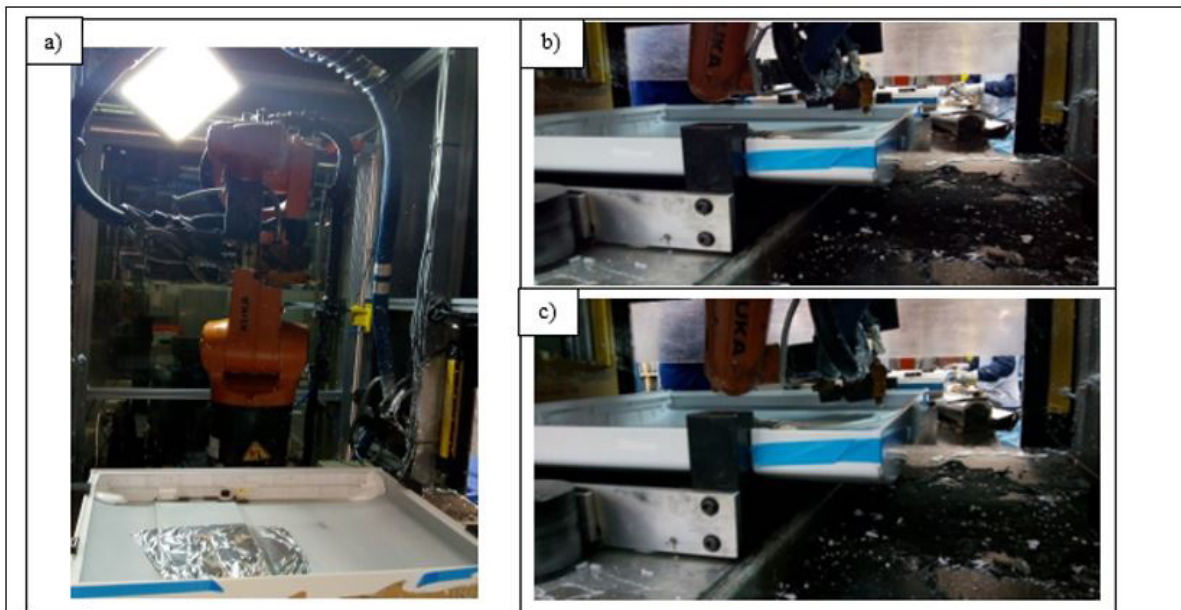
Figura 5. Pistola Manual – Risco de segurança.

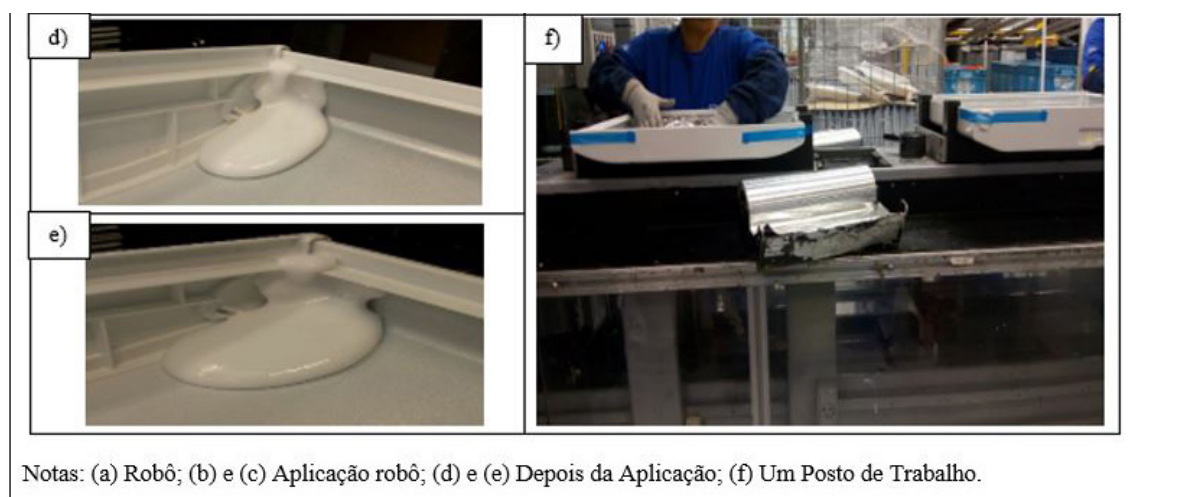


Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Com a robotização, foi eliminado um posto de trabalho, o qual teve uma redução de dois colaboradores, um do 1º turno e um do 2º turno, com essa redução de um posto de trabalho, teve-se um “ganho” de R\$ 120 mil por ano, os dois operadores do posto que foram eliminados, foram remanejados para outro time, conforme, Figura 6 (a, b, c, d, e, f), as quais mostram o robô atuando sem ter o risco de acertar o colaborador, o novo método de aplicação e o posto de trabalho que antes era ocupado por dois operadores, com a melhoria, fez-se necessário para, somente, um colaborador.

Figura 6. Processo referente ao robô





Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Considerações finais

Ao empregar a metodologia de análise e solução de problemas (MASP), obtiveram-se os dados para analisar qual o problema, como ele afeta a empresa, o método para atacá-lo, a solução encontrada e os benefícios que a solução apresentada trouxeram à empresa – podendo ser por meio de retorno financeiro, melhoria como segurança e agilidade de processo.

Foi utilizado o fluxograma para mostrar as operações e a complexidade dos postos de trabalho, como eram feitas as operações dos dois pontos de aplicação da cola quente – entre o corpo-porta e a cabeceira –, mostrando o passo a passo da operação. Posteriormente, foi usado o fluxograma para mostrar o resultado e como foi distribuída a operação, sendo que foi eliminado um posto de trabalho com a implantação do robô.

Com essa melhoria de automação, obtivemos outros resultados como a segurança dos nossos colaboradores, pois o processo manual tinha um alto índice de periculosidade e o material adesivo *hot melt* era aquecido em 130 °C para melhor vedação das portas. Foi analisado que os operadores trabalhavam muito próximo um dos outros e havia o risco, no momento da aplicação da cola quente, de o operador acertar o colaborador do lado, e com a automação não temos mais esse risco, o robô trabalha dentro de uma ilha de acrílico para proteger os operadores de um jato de cola quente.

Ao chegarmos no final da discussão, podemos observar, em todo o seu desenvolvimento, que só foi possível realizar este estudo porque houve uma quantidade expressiva de boas ideias que possibilitaram sua realização, o resultado da melhoria e propostas.

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou a busca constante de soluções eficientes para as dificuldades no processo produtivo, questões como a automação têm tomado destaque no seguimento industrial, a fim de aperfeiçoar processos e diminuir o esforço empregado nas etapas de produção por partes dos colaboradores envolvidos. Dessa forma, a implantação do robô demonstrou-se eficaz em relação ao alcance do objeto proposto, o qual era reduzir os índices de retrabalhos e geração de sucata.

Portanto, após a implantação dessa melhoria, os índices apresentados, anteriormente, quanto às perdas, sucatas e retrabalhos foram reduzidos para próximo de zero, o que possibilitou aumentar a produtividade na linha de montagem e de pré-montagem de portas, e atendendo a demanda de entregas solicitadas para essa fase de produção da empresa.

Referências

- ADAIR, C. B.; MURRAY, B. A. **Revolução total dos processos**: estratégias para maximizar o valor do cliente. 1. ed. São Paulo: Nobel, 1996.
- BANAS, F. **Ferramentas da qualidade**: diagrama de Pareto. São Paulo: Edila, 2015a.
- BANAS, F. **Ferramentas da qualidade**: folha de verificação. São Paulo: Edila, 2015b.
- BANAS, F. **Ferramentas da qualidade**: diagrama de causa e efeito. São Paulo: Edila, 2015c.
- CALDEIRA, S. C. B. **A estatística e as probabilidades no ensino secundário**: análise dos programas de matemática A e B na perspectiva do professor e dos alunos. 2009. 262f. Dissertação (Mestrado em Probabilidades e Estatística) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2009. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/3989/1/ulfc055825_tm_Sara_Caldeira.pdf. Acesso em: 15 abr. 2019.
- CAMPOS, V. F. **TQC**: controle da qualidade total (no estilo japonês). Belo Horizonte: DG, 1999.
- CORRÊA, C. H.; CORRÊA, H. L., **Administração de produção e operações**: manufatura e serviços-uma abordagem estratégica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- DALFOVO, M. S.; LANA, R. A.; SILVEIRA, A. **Métodos quantitativas**: um resgate teórico. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v. 2, n. 4, p. 1-13, 2008.
- FERNANDES, E. S. G. *et al.* MASP no controle de desperdício: um estudo de caso em uma gráfica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32., 2012, Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Bento Gonçalves: ABEPRO, 2012. p. 1-13.
- GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2002.
- GIOCONDO, F. I. C. **Ferramentas básicas da qualidade**: instrumentos para gerenciamento de processos e melhoria contínua. São Paulo: Biblioteca 24 horas, 2011.
- LAUTENCHLEGER, E. P.; FLECK, D.; STAMM, P. R. **Ferramentas da qualidade**: uma abordagem conceitual, 2015. Disponível em: www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2015/FerramentasDaQualidade.PDF. Acesso em: 15 abr. 2019.
- LUCINDA, M. A. **Qualidade**: fundamentos e práticas para cursos de graduação. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.
- MAICZUK, J.; JÚNIOR, P. P. A. Aplicação de ferramentas de melhoria de qualidade e produtividade nos processos produtivos: um estudo de caso. **Qualitas Revista Eletrônica**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 1-14, 2013. Disponível em: <http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/1599>. Acesso em: 15 abr. 2019.

MARIANI, C. A. Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso. **RAI-Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 110-126, 2005. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rai/article/view/79051/83123>. Acesso em: 15 abr. 2019.

MARQUES, J. C. *et al.* **Ferramentas da qualidade**. Madeira: Universidade da Madeira, 2012. Disponível em: http://www.mccpconsultoria.com.br/wp-content/uploads/arquivos/downloads/11-Ferramentas_da_Qualidade.pdf. Acesso em: 15 abr. 2019.

OLIVEIRA, A. L.; HU, Osvaldo R. T. **Gerenciamento do ciclo da qualidade**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2018.

OLIVEIRA, J. R. A. **A utilização do fluxograma de processo para diagnóstico e integração da cadeia logística “supply chain management”**. 2002, 95f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão de Competitividade) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5731/1/arquivo7318_1.pdf. Acesso em: 15 abr. 2019.

PONGELUPPE, P. C. Modelo de indicadores de desempenho para micro e pequena agroindústria: multicaso de laticínios. 2002, 169f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

RICHARDSON, T. **Pesquisa e serviços: métodos e técnicas**. São Paulo: Editoras Atlas, 1999

SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais**. Curitiba: Ibplex, 2008.

TZASKOS, D. F.; GALLARDO, G. Estudo de caso da aplicação do MASP em uma indústria de papel. **Revista Qualidade Emergente**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 1-14, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/qualidade/article/view/47551>. Acesso em: 15 abr. 2019.

MOTOR V4 ELETROMAGNÉTICO

Electromagnetic V4 engine

Cristiano R. Gonçalves¹
Márcio da C. Nunes¹
Natanael Souza¹
Rogerio Gonçalves Machado¹
Vanessa Moura de Souza¹

Resumo: O motor v4 eletromagnético é um tipo de motor automotivo, desenvolvido através do movimento realizado por bobinas, que visa demonstrar as transformações possíveis por meio da indução eletromagnética em duas formas inversas: através da geração de um campo magnético nas bobinas pela passagem de corrente elétrica, ou pela variação do campo magnético. Entende-se, como motor, qualquer máquina capaz de converter um tipo de energia em trabalho mecânico. O motor elétrico em questão converte uma corrente elétrica que passa pelo solenoide em um movimento de rotação do volante do motor através de um sistema pistão-virabrequim, e essa conversão se dá pela geração pulsada de um campo magnético no solenoide estator, chaveando a corrente por até meio período de rotação.

Palavras-chave: V4. Motor eletromagnético. Rotação. Campo magnético.

Abstract: The electromagnetic v4 engine is a type of automotive engine, developed through the movement carried out by coils that aims to demonstrate the possible transformations by means of electromagnetic induction in two reverse forms, both through the generation of a magnetic field in the coils through the passage of electric current, or by varying the magnetic field. An engine is understood to mean any machine capable of converting a type of energy into mechanical work. The electric motor in question converts an electric current that passes through the solenoid in a rotating movement of the flywheel through a piston-crankshaft system, and this conversion takes place by the pulsed generation of a magnetic field in the stator solenoid, switching the current through up to half a rotation period.

Keywords: V4. Electromagnetic motor. Rotation. Magnetic field.

Introdução

O presente trabalho trata de motores elétricos V4 eletromagnéticos. Motores elétricos fazem parte de inúmeras finalidades, como máquinas industriais, automotivos, portões elétricos, dispositivos mecatrônicos e robôs. Como sabemos, existem vários tipos de motores, que se diferem, também, nas suas formas e tamanhos.

O motor elétrico é uma máquina eletrotécnica que converte energia elétrica em energia mecânica. Ou seja, quando o motor elétrico é conectado à fonte de energia adequada, ele começa a girar, o que também começa a girar a máquina ou a máquina associada. Assim, trabalha de forma inversa ao gerador elétrico, que produz energia elétrica com energia mecânica.

O motor elétrico foi possível graças às descobertas de Franz Ernst Neumann e James Clerk Maxwell. Suas descobertas foram publicadas nos anos de 1841 e 1873.

Os motores elétricos podem ser classificados de acordo com o tipo de fonte de alimentação: Motores elétricos de corrente contínua (CC/DC) e Motores elétricos de corrente alternada (CA/AC).

¹ Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI. Rodovia BR 470 – Km 71 – nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC. Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br.

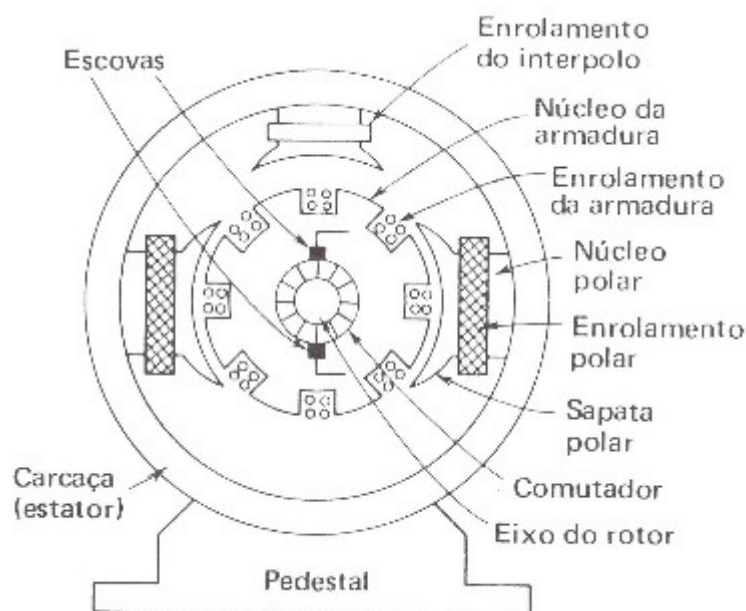
O motor elétrico CC pode ser, por sua vez, um motor de indução permanente ou um motor de indução contínua. Podem ser utilizadas as pilhas e baterias como fontes de alimentação. Por outro lado, o motor de corrente alternada pode ser classificado como motor universal, motor síncrono ou motor assíncrono, podendo ser alimentado diretamente pela rede elétrica domiciliar.

Um motor elétrico é um dispositivo que funciona com corrente alternada ou contínua e que converte a energia elétrica em movimento ou em energia mecânica.

Para um motor CC funcionar, é necessária a produção do fluxo magnético, que é obtido quando é aplicado em corrente contínua nas bobinas estatóricas. Dessa maneira, aparecem os polos magnéticos em volta das peças que se tornam eletroímãs. A corrente contínua é circular através das escovas, comutador e bobinas do rotor, gerando polos magnéticos no rotor. Esses polos são atraídos pelos polos do estator, produzindo uma força magnética.

Alguns motores funcionam com corrente contínua (CC/DC). Nesses, a fonte de alimentação elétrica utilizada é originada de pilhas ou baterias, pois, nesse tipo de corrente, o sentido permanece constante ao longo do tempo.

Figura 1. Motor DC (Corrente Contínua).



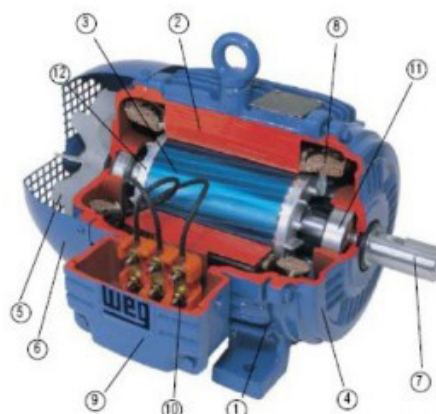
Fonte: <<https://docente.ifrn.edu.br/heliopinheiro/Disciplinas/maquinas-acionamentos-eletricos/apostila-de-maquinas-de-cc-1>>. Acesso em: 19 out. 2019.

Os motores de corrente alternada são os motores mais utilizados, devido a uma série de vantagens, como o baixo custo em manutenção, montagem, fabricação e simplicidade em relação aos motores de corrente contínua, e devido à distribuição de energia elétrica nas instalações ser realizada em corrente alternada. O princípio de funcionamento para o motor de indução se baseia na criação de um campo magnético rotativo, ou campo girante. Esse campo girante surge a partir da aplicação da tensão alternada no estator, que, a partir de então, consegue produzir um campo magnético rotativo que atravessa os condutores do rotor. A corrente alternada (CA/AC) pode ser alimentada diretamente pela rede elétrica domiciliar ou industrial, sendo que, nesse tipo de alimentação, a corrente alterna ao longo do tempo.

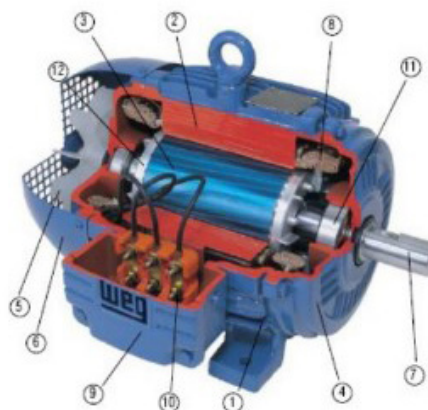
Figura 2. Motor AC (Corrente Alternada).

Principais Partes
Rotor Estator
Estator
Carcaça(1) Núcleo de Chapas(2) Enrolamento Trifásico(8)
Rotor
Eixo(7) Núcleo de Chapas(3) Barra de anéis de curto circuito(12)
Outras Partes
Tampa (4) Ventilador (5) Tampa defletora (6) Caixa de ligação (9) Terminais (10) Rolamentos (11)

Motor de Indução Trifásico



Motor de Indução Trifásico



Fonte: <<https://docplayer.com.br/11436415-Motores-eletricos-principios-e-fundamentos.html>>. Acesso em: 19 out. 2019.

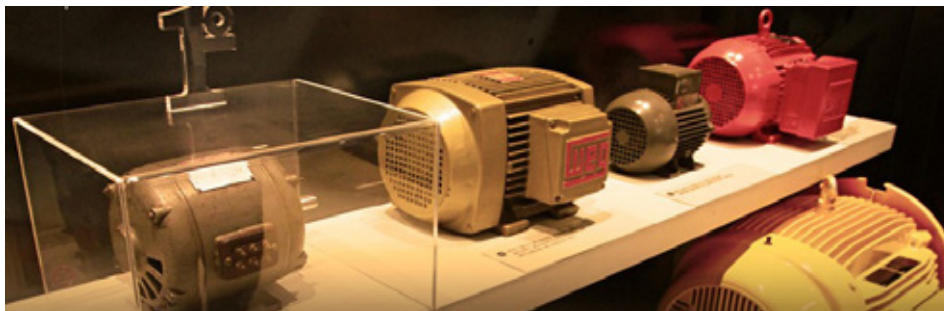
Fundamentação teórica

Após as experiências pioneiras de Tales de Mileto, em meados de 1600, o inglês Willian Gilbert constatou que, além do âmbar, diversas substâncias efetuam força de atração sobre partículas friccionadas com outro material. A primeira máquina eletrostática é baseada introduzindo uma esfera de enxofre apoiada sobre um eixo, desenvolvido pelo cientista alemão Otto Guericke, em 1663.

Ao término do século seguinte, apresentou o princípio da máquina eletrostática, utilizado para transmutar trabalho mecânico em energia elétrica e, também, no sentido inverso, energia eletrostática em mecânica e fazer movimentar o mundo com menos trabalho.

Em 1820, ele verificou que a agulha magnética de uma bússola sofria interferências quando aproximada de um condutor percorrido por uma corrente elétrica. Em 1821, o francês Ampère completou a experiência de Oersted e estabeleceu a “Lei da Mão Direita”, porém, a evolução do motor elétrico dependeu de Willian Sturgeon e Michael Faraday.

Figura 3. História do Motor Elétrico.



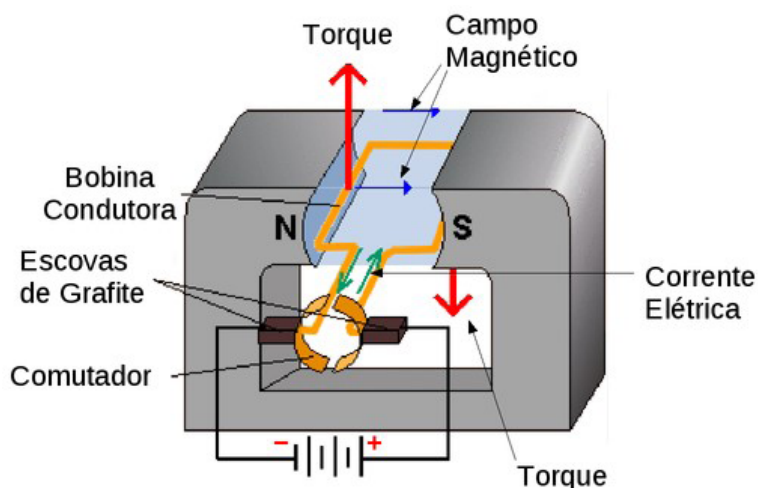
Fonte: <<https://museuweg.net/blog/a-historia-do-motor-eletrico/2003-2019>>. Acesso em: 19 out. 2019.

Com as experiências e o aprimoramento dos ensaios nos motores elétricos, sua eficiência em converter energia elétrica em energia mecânica foi se tornando um componente padronizado, e todo esse crescimento foi ideal para que a melhoria contínua no processo possibilitasse ser possível voltar as atenções para o aprimoramento de questões, como aumento de potência, melhor rendimento, maior durabilidade, economia do equipamento e novas formas construtivas.

Princípios de funcionamento do motor

Motores de corrente contínua funcionam através das forças de atração e repulsão, resultado da interação dos polos norte e sul dos dois campos magnéticos. Funcionam, basicamente, com ímãs ou bobinas induzidas nos estator e bobinas induzidas no rotor, sendo que o rotor, construtivamente, fica entre os polos do estator e sofre as ações de atração e repulsão.

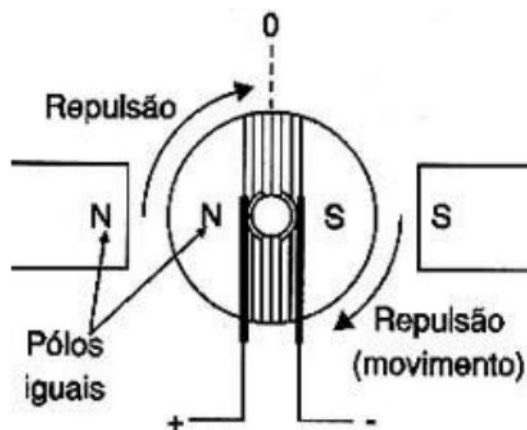
Figura 4. Funcionamento do Motor.



Fonte: <<https://bit.ly/35G57OE>>. Acesso em: 19 out. 2019.

O funcionamento dos motores elétricos está baseado nos princípios do eletromagnetismo, mediante os quais condutores situados em um campo magnético e atravessados por corrente elétrica sofrem a ação de uma força mecânica, força essa chamada de torque.

Figura 5. Funcionamento do Motor.



Fonte: Os autores (2020).

No momento em que a bobina do rotor é energizada, uma corrente elétrica flui pela bobina produzindo um campo magnético com os polos norte e sul, estes que devem interagir com o campo magnético do estator, aparecendo uma força de repulsão, girando, assim, o rotor para o alinhamento dos campos magnéticos.

No instante em que os polos norte e sul se aproximam, a corrente induzida na bobina é invertida através do comutador, fixo no eixo, invertendo o sentido do campo magnético do rotor. Assim, enquanto houver corrente no comutador, haverá campo magnético na bobina, além de variação de sentido nesse campo, gerando, continuamente, atração e repulsão entre o rotor e o estator, buscando sempre um equilíbrio entre os polos.

Materiais e métodos

Para a montagem das bobinas de eletroímã, foram utilizados os seguintes materiais:

- 04 peças de tubos de caneta esferográfica.
- 08 peças de arruelas de aço-carbono 21mm externa 7mm interna.
- 04 peças de eixos metálicos (aço-carbono) 4mm com 120mm de comprimento (no item, foi utilizado prego 19x39 emendado por solda elétrica e cortado na medida).
- 60 metros de fio de cobre esmaltado 0,23mm.
- Diversos: Fita para isolamento, supercola, bicarbonato de sódio, arame.

Para a fabricação dos contatos que acionarão as bobinas, será utilizado alumínio (lata de refrigerante).

- 02 metros de fio para demais ligações (fio de fonte de computador).

O eixo virabrequim é fabricado com 50cm, fio 6 de instalação residencial com a capa retirada.

A primeira etapa de elaboração do experimento foi a montagem das bobinas. Foram utilizados cerca de 15 metros de fio de cobre esmaltado 0,23mm, enrolado no tudo da caneta. Depois de serem retiradas a carga e a tampa, é necessário que sejam coladas as arruelas na extremidade e outra com afastamento de 70mm, criando uma delimitação para a bobina. Após enrolar uma média de 110 voltas de fio por camada, é necessário utilizar a supercola para a

fixação e finalização de cada camada (total de 05 camadas). Antes da utilização da supercola, para manter o fio em paralelo, deve-se tomar cuidado para não deixar espaços entre voltas, pois podem prejudicar a volta seguinte.

Figura 6. Material do Experimento – Bobinas.



Fonte: Os autores (2020).

Para a montagem da estrutura do motor, foram utilizados os seguintes materiais:

- Taboas de madeira com espessura de 15mm.
- 02 peças de taboa de madeira com medidas 285x85mm.
- 02 peças de taboa de madeira com medidas 140x125mm.
- 02 peças de taboa de madeira com medidas 65x125mm.
- 01 peça de taboa de madeira com medidas 125x80mm.
- 04 peças de taboa de madeira com medidas 40x20mm.
- 01 peça de disco de alumínio composto 4mm com um raio de 50mm.
- Diversos: Parafusos variados, grampos e grampeador.

Figura 7. Material do Experimento – Estrutura do Motor.



Fonte: Os autores (2020).

Para a montagem da biela, foi confeccionada com a soldagem de dois pregos 19x39 e o corte na medida de 120mm, conservando a cabeça do prego. Na parte superior do prego, é instalada uma peça fabricada a partir de um espelho de tomada recortado e modelado para facilitar a união com o pistão.

Figura 8. Material do Experimento - Biela.



Fonte: Os autores (2020).

Na montagem do pistão, o arame de 130mm de comprimento é modelado, há uma argola de 4mm de circunferência para a conexão com o virabrequim e, na outra extremidade, é dobrado um “L” em 90° para a fixação na biela.

Figura 9. Modelagem do Arame.



Fonte: Os autores (2020).

Os contatos para ligar e desligar as bobinas eletromagnéticas desenvolveram um contato on/off, com um recorte de uma lata de alumínio fechando o circuito quando em contato com o virabrequim, este que está energizado por uma fonte de energia de 12v. Para facilitar a transição de elétrons, foi instalado, na parte superior de contato, um fio de cobre com cola quente.

Figura 10. Material do Experimento - Contato.



Fonte: Os autores (2020).

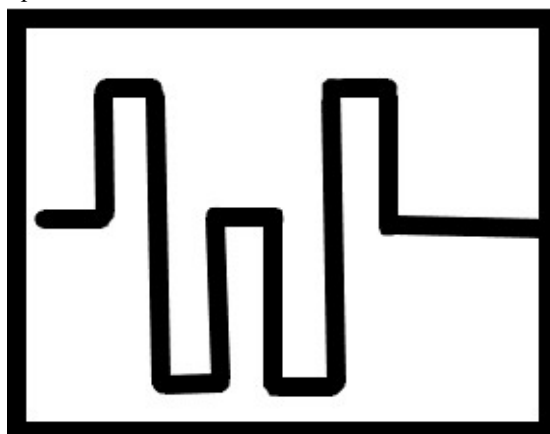
O virabrequim foi desenvolvido com um fio 6mm residencial maciço e desencapado.

Figura 11. Material do Experimento - Virabrequim



Fonte: Os autores (2020).

Figura 12. Desenho do Virabrequim.



Fonte: Os autores (2020).

Finalizado o processo de montagem das bobinas, foram realizados testes com o intuito de verificar o perfeito funcionamento de cada uma delas dentro das faixas de dimensionamento realizadas no início do projeto.

Após a elaboração das bobinas, a montagem do motor se iniciou com o dimensionamento da base, parte estrutural da carcaça do motor. Foi utilizada uma tábua de madeira de dimensões aproximadas de 2 cm de espessura, 40 cm de comprimento e 15 cm de largura em toda a parte de sustentação das bobinas e do virabrequim. Para a execução do virabrequim, foi utilizado um arame de cobre de diâmetro de 2 mm, dobrado em partes iguais, para possibilitar os perfeitos funcionamento e sincronismo com o conjunto de pistões.

Figura 13. Material do Experimento - Base e Virabrequim.



Fonte: Os autores (2020).

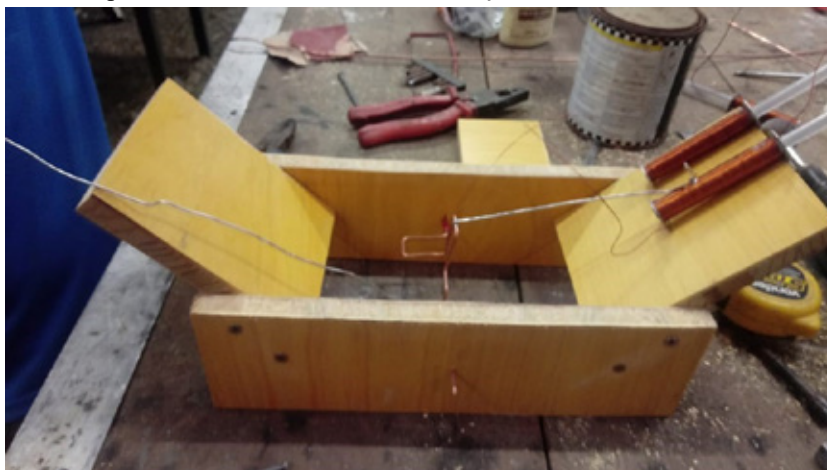
Logo após a finalização da etapa de dimensionamento da base, execução das bobinas e do virabrequim, foi realizada a separação das peças para iniciar o processo de montagem do conjunto, utilizando uma série de materiais, como parafusos, porcas, arruelas, pregos, cola, fio de cobre e dois pedaços de alumínio para auxiliar no circuito elétrico.

Figura 14. Material do Experimento - Separação das Peças.



Fonte: Os autores (2020).

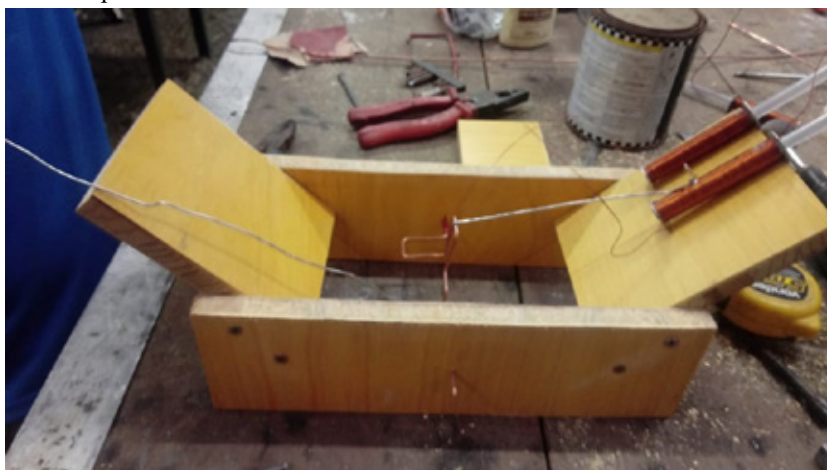
Figura 15. Material do Experimento - Posicionamento das Peças.



Fonte: Os autores (2020).

Neste momento, após o alinhamento e a fixação da base de apoio das bobinas e da colocação do virabrequim de forma manual, foi executada uma simulação do movimento para conferência da simetria da montagem com o intuito de eliminar qualquer interferência de montagem.

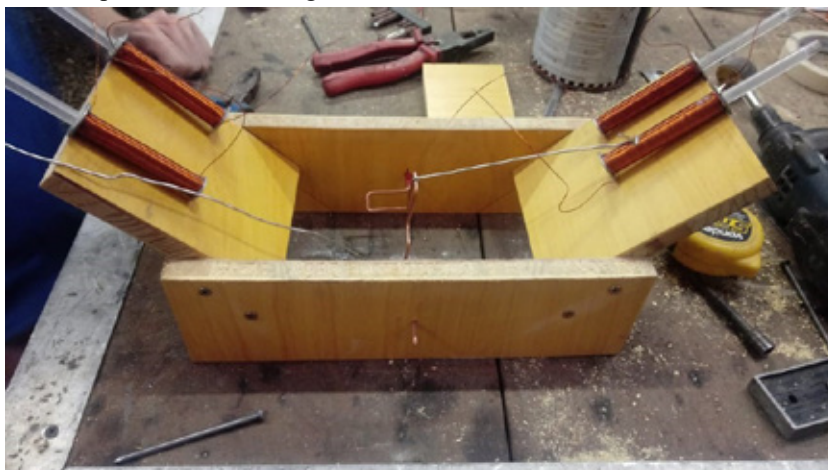
Figura 16. Material do Experimento - Teste de Giro.



Fonte: Os autores (2020).

Concluindo o posicionamento das demais bobinas, neste momento, foi executada a montagem do circuito elétrico para atuação através do uso da fonte de alimentação externa de, aproximadamente, 550W, que terá a finalidade de transmitir a energia suficiente para colocar o motor em movimento.

Figura 17. Material do Experimento – Montagem.

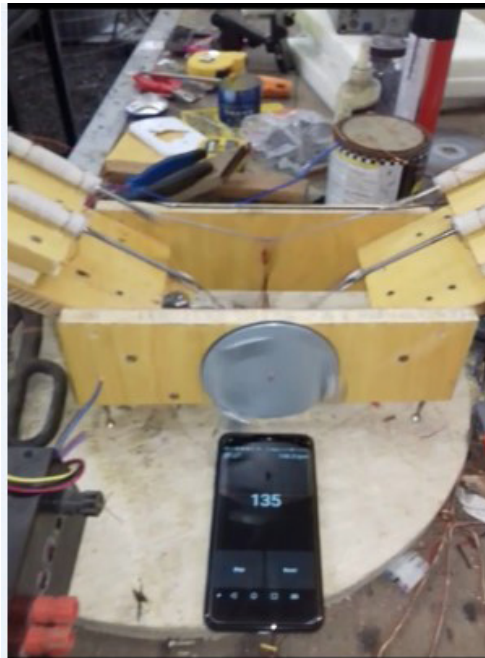


Fonte: Os autores (2020).

Para o início do funcionamento do motor, a bobina deve receber um impulso manual de forma que comece a girar, e, então, se manterá dessa forma pelo tempo em que receber energia, não sendo mais necessário nenhum tipo de interferência.

Com todo o sistema montado, foi realizada a inclusão de um disco de alumínio externamente à carcaça, com o intuito de demonstrar o desempenho do motor em funcionamento, de forma que, visualmente, fosse possível verificar a rotação do trabalho do sistema, que ficou em torno de 150 a 190 rpm.

Figura 18. Material do Experimento - Montagem Final e Teste de Desempenho.



Fonte: Os autores (2020).

Resultados e discussão

O primeiro teste foi realizado utilizando duas bobinas de fio de cobre esmaltado 25 AWG, 0,23mm, totalizando 660 voltas em cada bobina.

Durante os testes, o motor apresentou baixa rotação, baixo torque e dificuldade na partida. Verificamos que, ao posicionar o rotor, com as bobinas em relação ao campo, o motor não realizava partida. Observamos, também, que essa posição permitia que as duas bobinas ficassem energizadas ao mesmo tempo durante a comutação.

No segundo, utilizaram-se condutores de 0,23mm e 0,24mm, e reduzimos o número de espiras de, em média, 110 voltas, com utilização de supercola para fixação, com os objetivos de diminuir a resistência das bobinas e aumentar a corrente de consumo do motor. Concluímos que seria necessário aumentar a potência-fonte de energia de alimentação para a performance do motor.

Após os dois testes utilizando duas bobinas, e não tendo resultados aceitáveis, foi desenvolvido um novo rotor contendo quatro bobinas, utilizando fios de 0,23mm e 0,24mm, substituídas as bielas por matérias mais leves e fonte de 500w. Durante os testes de funcionamento, o motor apresentou rotação de, aproximadamente, 150 a 190RPM e melhora significativa no torque. Após essa alteração, o motor passou a partir corretamente, independentemente da posição do rotor. Logo, verificou-se que o maior número de bobinas possibilita que sempre que uma das bobinas esteja em posição perpendicular ao campo dos polos, aumenta o torque de partida.

Conclusão

Esse projeto da construção de um motor elétrico de corrente contínua nos proporcionou observar o princípio da dimensão da força presente no funcionamento do motor. As etapas do trabalho, os testes e os resultados foram essenciais para entendermos todo o processo de construção de um motor elétrico. Foram realizados vários testes e cálculos até chegar ao objetivo esperado.

Foram feitas análises de aspectos importantes relacionados ao funcionamento do dispositivo, além da força e da velocidade do motor. Dessa forma, a realização do trabalho tem nos proporcionado conhecer acerca dos motores e seus funcionamentos.

Com essa experiência de produzir um motor elétrico, é possível realizar a articulação entre a teoria e a prática, conhecimento essencial no processo de formação profissional. Finalizamos relatando que a experiência foi produtiva e que os objetivos propostos foram atingidos

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6023. Informação e documentação – Referências – Elaboração**. Rio de Janeiro, 2002.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. da. **Metodologia científica**. São Paulo: Ed. Pearson, 2006.

FERREIRA, G. **Redação científica: como entender e escrever com facilidade**. São Paulo: Atlas, 2011.

MÜLLER, A. J. *et al.* **Metodologia científica**. Indaial: Uniasselvi, 2013.

PEROVANO, D. G. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. Curitiba: Ed. Intersaberes, 2016.

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE REVENIMENTO NA DUREZA SUPERFICIAL DO AÇO 41CRS4

Influence of temperature of tempered on the surface hardness of steel 41CrS4

Thomas Adriano Rebelo¹

Christian Doré¹

Lucile Cecília Peruzzo¹

Resumo: Pode-se afirmar que o processo de têmpera é utilizado para aumentar consideravelmente a dureza do material. Um posterior processo de revenimento é muito importante para realizar o alívio de tensões, e o correto ajuste das microestruturas, tornando, assim, o material mais usual para as aplicações na indústria. Este trabalho tem como objetivo estudar a influência da temperatura de revenimento na dureza superficial do aço 41CrS4. Para essa avaliação, serão realizados experimentos para melhor compreender essa influência do revenimento sobre um material já temperado e como os resultados podem variar alterando apenas um único parâmetro do processo (temperatura). Constatou-se que a temperatura de revenimento tem influência significativa na dureza final do material.

Palavras-chave: Aço 41CRS4. Dureza. Têmpera. Revenimento.

Abstract: It can be said that the quenched process is used to considerably increase the hardness of the material, and a subsequent tempering process is very important to perform stress relief, and the correct adjustment of the microstructures, thus making the material more usual for industry applications. This work aims to study the influence of tempering temperature on the surface hardness of 41CrS4 steel. For this evaluation, experiments will be carried out to better understand this influence of tempering on a material already tempered, and how the results can vary only by changing a single process parameter (temperature). It was found that the tempering temperature has a significant influence on the final hardness of the material.

Keywords: 41CrS4 steel. Hardness. Quenched. Tempering.

Introdução

Os tratamentos térmicos são meios para aprimorar as propriedades finais de um material sem alterar o seu formato inicial, sendo normalmente utilizadas operações de aquecimento e resfriamento do material. A têmpera é basicamente utilizada para aumentar a dureza de um material, pela formação de uma microestrutura martensítica, enquanto o posterior revenimento visa a ajustar esse valor de dureza aliviando tensões residuais internas e, também, molhando a ductilidade do material.

Na indústria metal mecânica, um material com a dureza bem controlada é essencial para reduzir o desgaste superficial em que essas peças serão submetidas, como também dimensionar corretamente outros esforços a serem aplicados sobre elas. O aço 41CrS4 é utilizado para a fabricação de eixos de transmissão para caminhões e tratores, o que exige um tratamento especial para que ele possa suportar todas as cargas a que será submetido em sua aplicação.

Este trabalho tem como objetivo principal estudar e compreender a influência da variação da temperatura (potência) do revenimento na dureza superficial do aço 41CrS4.

¹ Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIASSSELVI – Rodovia BR 470 – Km 71 – nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br

Referencial teórico

O DIN 41CrS4 é um aço estrutural muito empregado na indústria mecânica para a fabricação de peças que exigem tensões entre baixas e moderadas, quando se é necessária uma superfície dura e resistente ao desgaste. O material possui uma composição química com predominância de carbono, cromo e manganês, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química do aço 41CrS4.

Composição química	C	Si	Mn	P	S	Cr
	0,38 – 0,45	0,40 máx.	0,60 – 0,90	0,025 máx.	0,020 – 0,040	0,90 – 1,20

Fonte: Adaptada de DIN (2007, p. 18).

A microestrutura pode estar diretamente ligada às propriedades físicas e ao comportamento mecânico que o material possui. A microestrutura do material pode variar de acordo com algumas características, como elementos de liga presentes, suas concentrações e o tratamento térmico da liga (CALLISTER, 2012). Algumas das principais fases que se pode encontrar no aço são: ferrita, perlita, austenita, cementita, martensita e bainita.

A bainita é muito semelhante à martensita, porém esta apresenta uma aparência mais fina e com cristais menores, quando vistos no microscópio, enquanto a bainita se forma em velocidade menos rápida que a martensita (SILVA; MEI, 1988). Devido a sua velocidade muito rápida de formação, a martensita apresenta formado de agulhas alongadas, que tendem a crescer e alongar-se até encontrarem um obstáculo (normalmente a fase austenita ou outro grão de martensita já formado) que impeça a continuidade de seu crescimento (COLPAERT, 2008).

Sem o processo de revenimento, além de ter uma dureza elevada, a martensita é tão frágil que não pode ser utilizada na maioria das aplicações. Ao passar por esse processo, que consiste no aquecimento de um aço martensítico até uma temperatura abaixo do ponto eutetoide durante um tempo específico, é possível melhorar a ductilidade e a tenacidade desses aços martensíticos (RUCHERT, 2019).

As variações de microestrutura se dão em virtude do tratamento térmico utilizado, o qual envolve, basicamente, operações de aquecimento e resfriamento, dentro de condições controladas de temperatura, tempo de exposição da peça à determinada temperatura, ambiente de aquecimento e velocidade de resfriamento (CHIAVERINI, 1986).

No caso desta pesquisa, o aquecimento será realizado por indução. Na têmpera por indução, o calor é gerado na própria peça pela indução eletromagnética, sem a necessidade de contatos de meios físicos. O aquecimento indutivo é baseado no princípio da indução eletromagnética, em que um condutor de eletricidade, na maioria dos casos, uma peça metálica, é colocado sob a ação de um campo eletromagnético que gera uma corrente elétrica induzida.

O aquecimento da peça é feito por meio da corrente que circula pela peça e da resistência que o material em que a peça foi fabricada oferece em sua passagem. Para esse processo, são utilizadas bobinas de indução, que, geralmente, são fabricadas em tubos finos de cobre com uma ou mais espirais (SILVA; MEI, 1988).

Após a têmpera por indução, da mesma forma, faz-se o revenimento em temperatura mais branda. Esse processo é aplicado em aços temperados, imediatamente após o processo de têmpera, em temperaturas inferiores à zona crítica, não ultrapassando a temperatura máxima de 700 °C, dependendo das propriedades finais desejadas no material a ser revenido e que resultam em modificações da estrutura obtida com a têmpera. Na Tabela 2, observa-se o efeito que cada variação de temperatura pode ocasionar na martensita (CHIAVERINI, 1986).

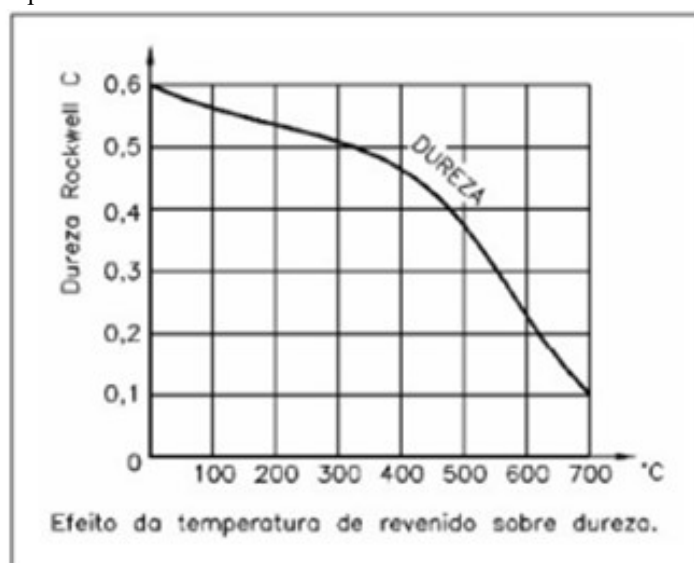
Tabela 2. Efeitos das variações de temperaturas de revenimento.

Revenimento da martensita	
Temperatura	Efeito
Temperatura ambiente até 200° C	A martensita transforma-se em um precipitado de transição, cuja composição varia de Fe ₂ C a Fe ₃ C
Temperatura de 200 a 300° C	Qualquer austenita retida se decompõe em bainita (mescla fina de ferrita e cementita)
Temperatura de 260a 360° C	A martensita de baixo carbono e o carboneto ϵ se decompõem em ferrita e cementita
Temperatura de 360° C até a temperatura eutetoide, 727° C	Produz uma esferoidização e um crescimento das partículas de carboneto

Fonte: Silva; Mei (1988).

Conforme a temperatura de revenimento é aumentada, é possível observar uma diminuição cada vez mais significativa da dureza na peça (SOUZA, 2017), como se verifica na Figura 1.

Figura 1. Relação de temperatura de revenimento versus dureza.



Fonte: Souza (2017).

Esse processo é utilizado para melhorar a ductilidade do aço, reduzindo os valores de dureza e alterando os de resistência à tração, ao mesmo tempo em que alivia as tensões internas do aço, garantindo, assim, que as peças tenham utilidade e possam ser empregadas, pois um nível alto de tensões, associado a uma baixa ductilidade, pode limitar a empregabilidade das peças após a têmpera (COLPAERT, 2008).

Metodologia

O eixo de transmissão utilizado para a análise é fornecido na condição trefilada e com um leve processo de têmpera e revenimento para auxílio na usinagem. Isso ocorre com dureza entre 265 e 310 HB e diâmetro bruto de 25,25 mm.

A peça final tem requisitos especiais de dureza superficial, que devem ser atendidos conforme desenho do cliente, podendo-se citar como os principais uma dureza superficial de 54 a 60 HRC e a profundidade dessa camada de dureza, que deve ser de, no mínimo, 400 HV1 (dureza Vickers que deve ser analisada com carga de 1 Kgf) em 0,8 mm e, no máximo, 400 HV1 em 3,50 mm.

Para o processo de têmpera e revenimento, usou-se uma máquina de têmpera por indução (Figura 2). Para a fabricação das amostras, foram utilizadas sete peças, sendo que uma delas não sofreu nenhum tratamento superficial; outra somente passou por têmpera, porém sem o processo de revenimento; e as cinco amostras restantes foram revenidas com diferentes potências (temperaturas), a fim de permitir a avaliação da influência dessas temperaturas na dureza superficial do produto.

Figura 2. Máquina de indução.



Fonte: O autor (2020).

A têmpera das peças foi feita com a potência da máquina em 80% para todas as amostras – exceto para a primeira, que não sofreu nenhum tipo de tratamento – e as variações de potências (temperaturas) de revenimento utilizadas podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3. Dados para indução das amostras.

Peça	Potência de têmpera	Potência de revenimento	Temperatura de revenimento
Peça 1	0%	0%	-
Peça 2	80%	0%	-
Peça 3	80%	5%	86 °C
Peça 4	80%	10%	93 °C
Peça 5	80%	15%	107 °C
Peça 6	80%	20%	127 °C
Peça 7	80%	25%	145 °C

Fonte: O autor (2020).

Na Figura 3, é possível verificar como as peças ficaram após o tratamento.

Figura 3. Amostras após tratamento térmico.



Fonte: O autor (2020).

Para realizar a medição da dureza superficial, foi utilizado um durômetro Mitutoyo, modelo 999-250, sendo que foi medida a dureza em Rockwell C com um penetrador de diamante, uma pré-carga de 10 kg e carga de 150 kg. Essa dureza foi medida em dois pontos da peça, o primeiro a 135 mm e segundo a 80 mm da face do diâmetro menor.

Com as amostras já embutidas e devidamente polidas, utilizou-se um microdurômetro para a medição do comprimento da camada de dureza (Figura 4).

Com todas as durezas superficiais medidas, os eixos foram levados novamente para a máquina de corte metalográfico, a fim de poder cortá-los no tamanho adequado para posterior embutimento e análises.

Finalmente, foi realizado um ataque químico com Nital 3% em todas as amostras, pelo tempo de 15 segundos, para revelar a microestrutura resultante.

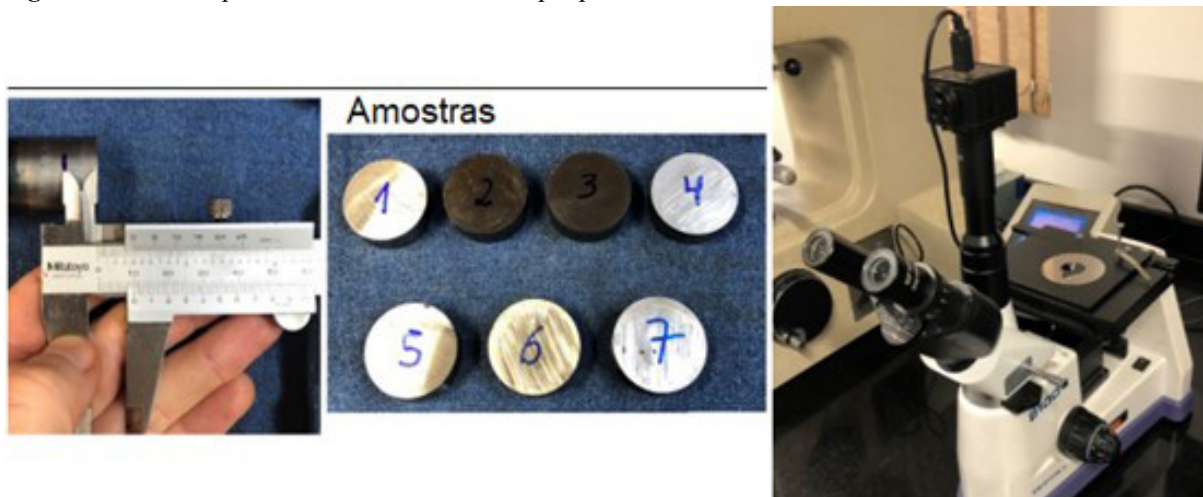
Figura 4. Durômetro Mitutoyo (dureza superficial – Rockwell C) e microdurômetro.



Fonte: O autor.

As amostras foram cortadas com 10 mm de comprimento, para possibilitar o seu embutimento. Para a revelação da microestrutura foi utilizado um microscópio Bioptika, modelo B100I, com ampliação de 400X. As amostras e o equipamento podem ser vistos na Figura 5.

Figura 5. Amostras para embutimento e microscópio para a análise da microestrutura.



Fonte: O autor (2020).

Resultados e discussão

Os efeitos da têmpera e do revenimento na peça foram avaliados, primeiramente, pela dureza superficial encontrada no material. A medição da dureza foi feita em todas as peças e em duas regiões diferentes, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4. Durezas superficiais encontradas nas amostras.

Peça	Dureza 1 (135 mm)	Dureza 2 (80 mm)
Peça 1	30 HRC	29 HRC
Peça 2	62 HRC	62 HRC
Peça 3	62 HRC	61 HRC
Peça 4	59 HRC	59 HRC
Peça 5	58 HRC	57 HRC
Peça 6	56 HRC	54 HRC
Peça 7	54 HRC	54 HRC

Fonte: O autor (2020).

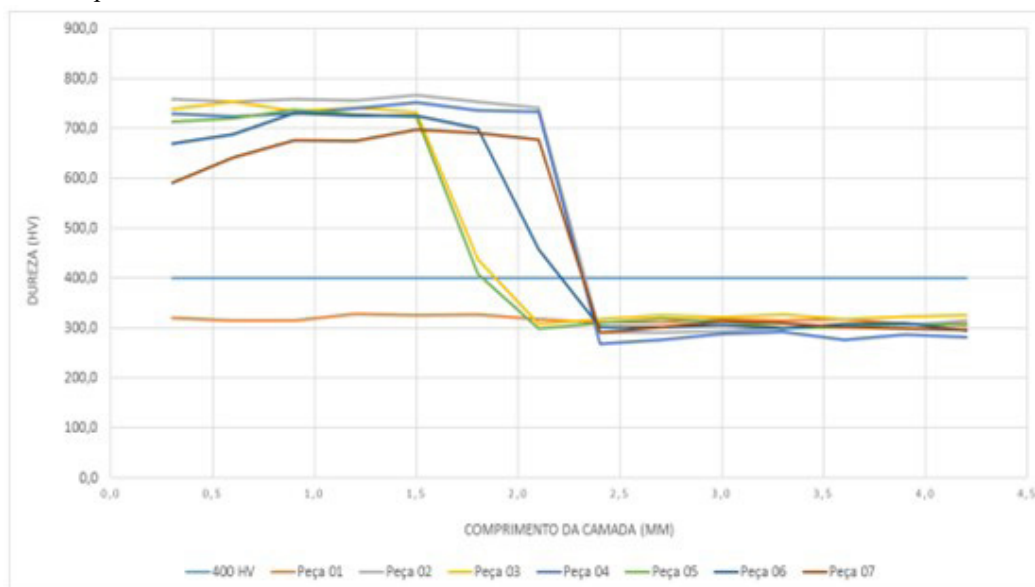
Os resultados mostram claramente que, quando a potência de têmpera se mantém constante e se aumenta a potência de revenimento, obtém-se uma dureza menor no material. Com os resultados encontrados nesses testes, é possível definir que, por exemplo, para a peça 5, que possui um requisito de dureza superficial entre 54 e 60 HRC, deve ser utilizada uma faixa de potência de revenimento de 15%.

Em seguida, foram realizados os testes de dureza de camada, para verificar a profundidade em que houve a penetração da têmpera e qual a dureza em toda a camada induzida. Como o requisito do cliente é uma dureza de 400 HV até no máximo 4 mm de profundidade, a camada efetiva foi considerada até a primeira dureza abaixo dos 400 HV.

No Gráfico 1, é possível observar as variações de dureza encontradas em cada peça. A peça 1 ficou completamente abaixo da camada de 400 HV, pois não foi submetida a nenhum processo de têmpera.

Observou-se que a variação da temperatura (potência) de revenimento não afeta a profundidade da camada efetiva de dureza, visto que não houve uma linearidade na mudança do comprimento da camada – todas variaram entre 2,1 e 2,4 mm. Os testes de dureza de camada apenas demonstraram que, quanto maior a temperatura do revenimento, menor é a dureza resultante em toda a camada.

Gráfico 1. Comprimentos das camadas de dureza.



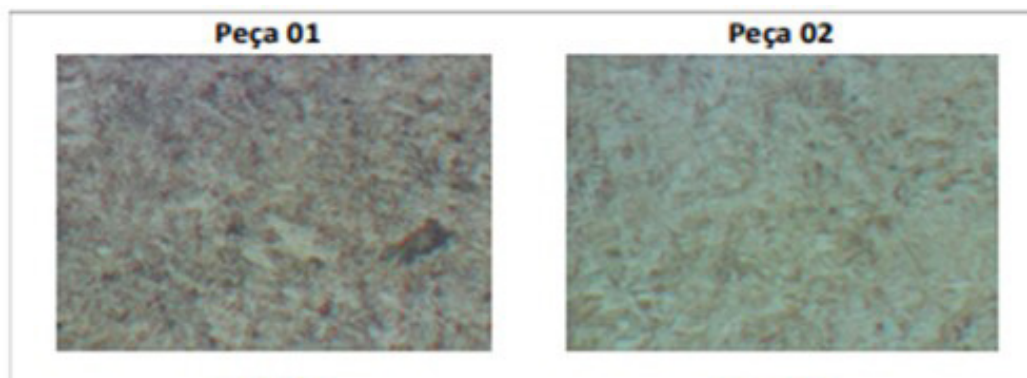
Fonte: O autor (2020).

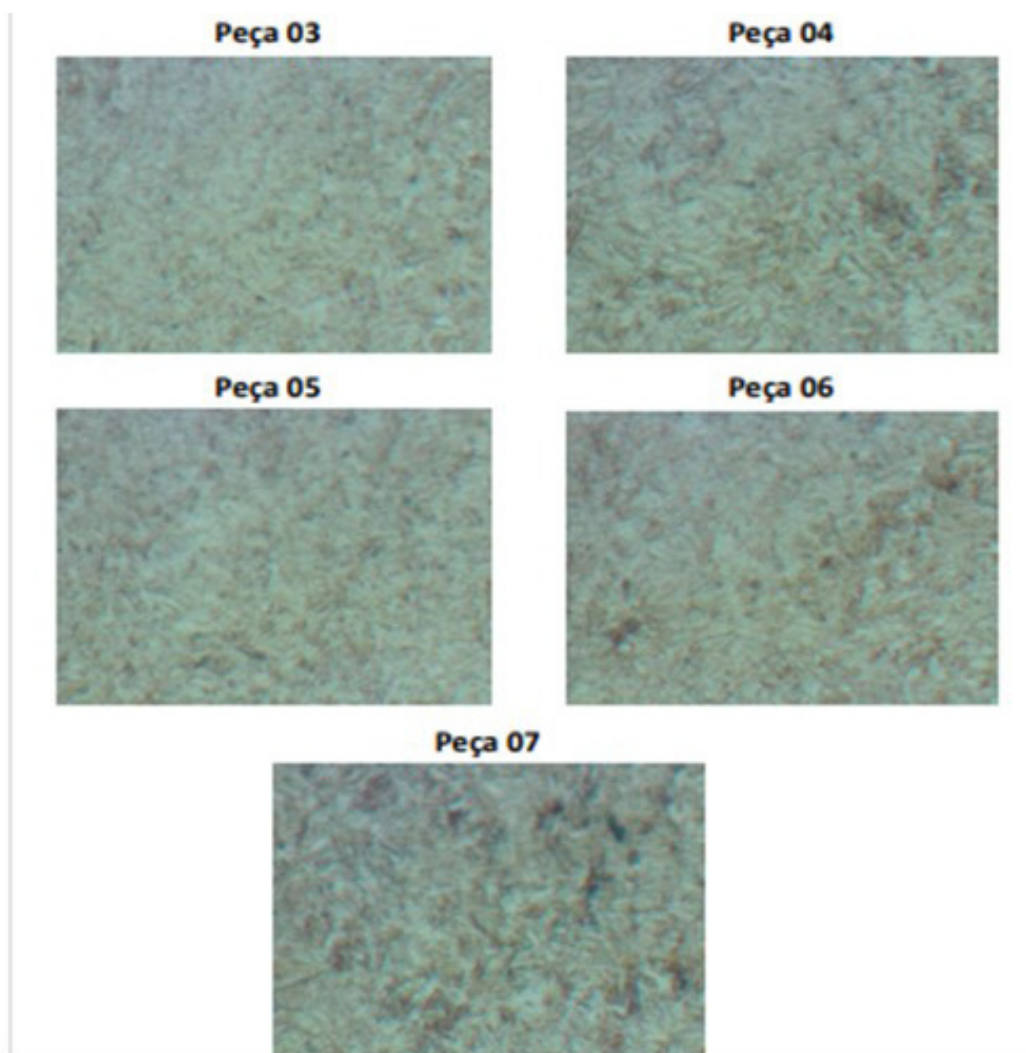
Na Figura 6, são demonstradas as microestruturas encontradas em cada peça após a utilização do Nital 3%, obtidas com um ataque de 15 segundos de duração.

De acordo com o aumento da temperatura de revenimento nas amostras e a consequente diminuição da sua dureza, é possível ver um leve aumento no tamanho dos grãos de cementita comparando a peça apenas temperada com as peças revenidas.

Esse aumento no tamanho do grão é o que afeta a dureza, pois, pelo fato de não estarem mais dispostas em forma de numerosas e muito finas partículas (agulhas), ele diminui as áreas de fronteiras entre as fases ferrita e cementita, o que resulta nesse material com menor dureza e menos resistente, porém com maior tenacidade e ductilidade.

Figura 6. Microestruturas das amostras com ataque de 15 segundos.





Fonte: O autor (2020).

Considerações finais

Verificou-se que, com a variação da temperatura de revenimento, tem-se uma alteração significativa na dureza superficial do material, bem como em toda a camada afetada pelo tratamento térmico. Além disso, essa alteração não afeta a profundidade em que a têmpera age na peça.

Ainda com uma potência mais alta de revenimento, a mudança na dureza começa a ser mais significativa, podendo chegar a uma diferença de quase 12% da dureza com um incremento de apenas 5% na potência.

Desse modo, a potência de revenimento mais indicada para atingir os requisitos do cliente seria de 15%, pois, nessa potência, tem-se uma dureza superficial mais próxima da média exigida.

Comprovou-se, também, que o aumento da temperatura de revenimento nas amostras e a consequente diminuição da sua dureza fazem com que haja um aumento no tamanho dos grãos de cementita, quando comparados aos da peça apenas temperada.

Referências

CHIAVERINI, V. **Tecnologia mecânica**: processos de fabricação e tratamento. 2. ed. v. 2. São Paulo: McGraw-Hill; 1986.

CALLISTER JR., W. D. **Ciência e engenharia de materiais uma introdução**. 8. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos; 2012.

COLPAERT, H. **Metalografia dos Produtos Siderúrgicos Comuns**. 4. ed. São Paulo: Blucher; 2008.

DIN – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. DIN EN 10083-3. **Steels for quenching and tempering** – Part 3: Technical delivery conditions for alloy steels. 3. ed. Berlin: Beuth Verlag GmbH; 2007. Disponível em: <https://www.fushunspecialsteel.com/wp-content/uploads/2015/10/DIN-EN-10083-Steel-for-quenching-and-tempering-Part-3-Technical-delivery-conditions-for-alloy-steels.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2020.

RUCHERT, C. Transformações de fases em metais e microestruturas. **Apostila**. Introdução a Ciências dos Materiais. Escola de Engenharia de Lorena. Departamento de Engenharia dos Materiais. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2019. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4147235/mod_resource/content/1/Aula%207-Tempera%20e%20Revenido_Curvas%20TTT_IT_CCT%20reduzido.pdf. Acesso em: 28 dez. 2020.

SILVA, A. L.C.; MEI, P. R. **Aços e ligas especiais**. 2. ed. Sumaré: Eletrometal; 1988.

SOUZA, B. O. **Avaliação da influência da temperatura e do tempo no revenimento do aço AISI 5150**. 2017, 53f. TCC (Graduação de Engenharia de Materiais) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: http://www.demat.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/25/2018/06/TCCII_2%C2%BA-2017_Bruno-de-Oliveira-Souza_Prof.Ivan-Jos%C3%A9-Santana_-corrigido.pdf. Acesso em: 28 dez. 2020.

AVALIAÇÃO DE UM COMPONENTE DE DESGASTE FABRICADO EM AÇO FUNDIDO E LAMINADO/FORJADO

Evaluation of a wear component made in cast and laminated / forged steel

Ricardo Maciel Zaleski¹

Christian Doré¹

Lucile Cecília Peruzzo¹

Resumo: Como as indústrias investem cada vez mais em tecnologia para se tornarem mais competitivas. O conhecimento da matéria-prima e dos processos de tratamento térmico tornou-se um fator muito importante para projetos mecânicos. Este trabalho tem como objetivo comparar o desempenho do componente de desgaste, utilizando dois tipos de aço: o fundido e o laminado/forjado aplicado nas retroescavadeiras. A metodologia tem como base a análise e um comparativo entre os aços através de ensaios mecânicos. Verifica-se que a escolha de um material adequado para fabricação de certo componente garante não apenas o dimensionamento correto e que não falhará, mas também ajuda na redução de custos, tornando o item mais competitivo.

Palavras-chave: Aço. Laminação. Fundição. Ensaios mecânicos.

Abstract : As industries are increasingly investing in technology to become increasingly competitive, knowledge of the raw material and heat treatment processes has become a very important factor for mechanical projects. This work aims to compare the performance and performance of the wear component using two types of steel, Cast Steel and Rolled / Forged Steel applied to backhoes. The methodology is based on the analysis and comparison between the steels through mechanical tests. It appears that the choice of a suitable material for the manufacture of a certain component, not only guarantees the correct dimensioning and that it will not fail, but also helps in reducing costs and thus making the item more competitive.

Keywords: Steel. Rolling. Casting. Mechanical Testing.

Introdução

As Ferramentas de Penetração de Solo (FPS) são peças de desgaste que, quando montadas no equipamento, se desgastam devido ao atrito com o solo (abrasão). São essenciais para o equipamento e responsáveis por fazer o trabalho de corte e penetração, ajudando a proteger componentes e a reduzir custos operacionais ao se obter o desempenho máximo do equipamento.

Para produzir peças de aço de determinada forma e tamanho, deve-se escolher entre fundir a peça diretamente na forma e no tamanho desejados ou produzi-la por meios mecânicos, laminação e forjamento. Essa escolha dependerá do custo de produção, do tamanho e da forma da peça acabada, bem como do fim para qual ela está sendo projetada. A escolha da FPS certa pode fazer uma grande diferença na produtividade e na lucratividade da operação.

Como objetivo geral deste trabalho, tem-se a avaliação mecânica e metalúrgica de um componente de desgaste fabricado em aço fundido e em laminado/forjado, a fim de determinar a melhor aplicação e desempenho do componente de desgaste aplicado nas retroescavadeiras.

Referencial teórico

A retroescavadeira é essencial para o canteiro de obras, pois é uma máquina que se destaca pela versatilidade, seja na escavação, no carregamento, no transporte de materiais ou perfuratrizes. A retroescavadeira foi aprimorada e conta com ferramentas que auxiliam a utilizar ao máximo a capacidade do equipamento (EAEMÁQUINAS, 2018).

¹ Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSSELVI – Rodovia BR 470 – Km 71 – n. 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br.

Os dentes são utilizados na caçamba traseira e em algumas aplicações no carregador (caçamba dianteira), conforme mostra a Figura 1.

Figura 1. Retroescavadeira.



Fonte: Adaptada de <<https://bit.ly/2KgWYbN>>. Acesso em: 28 dez. 2020.

Entre as possibilidades disponíveis de conchas (caçamba) para a retroescavadeira, destaca-se o dente concha retroescavadeira. A função do dente é garantir que a concha seja preservada quando submetida à escavação de terrenos. O dente é o primeiro componente da máquina a entrar em contato com o terreno, de modo que o impacto inicial é realizado por ele (CIA DOS TRATORES, [2019?]).

Para analisar os dentes, é necessário conhecer um pouco mais sobre laminação, fundição, forjamento e tratamento térmico dos aços.

A laminação convencional é um processo que modifica as dimensões e a geometria de um corpo metálico até transformar no produto desejado, por meio da passagem entre dois cilindros de laminação. O metal é submetido a altas tensões compressivas e tensões cisalhantes superficiais, resultantes da fricção entre os cilindros e o metal. As forças de fricção também são responsáveis pelo ato de puxar o metal (HELMAN; CETLIN, 2005).

O processo de laminação convencional é realizado numa faixa de temperatura em que ocorre a recristalização total do material no tempo entre passes. Com os passes de laminação ocorrendo na região de recristalização, não há acúmulo de deformação de um passe para o seguinte. Geralmente, no final do processo de laminação, o aço está entre 1050 e 900 °C, e o material laminado é resfriado ao ar (TAVARES, 2009).

Já no processo de fundição, a transformação dos metais e das ligas metálicas em peças de uso industrial pode ser feita por intermédio de inúmeros processos, a maioria tendo como ponto de partida o metal líquido ou fundido, que é derramado no interior de uma forma – chamada “molde” –, cuja cavidade é conformada de acordo com a peça que se deseja produzir (CHIAVERINI, 1986).

O processo de forjamento consiste no trabalho ou na deformação mecânica de uma única peça de um metal normalmente quente; isso pode ser obtido pela aplicação de golpes sucessivos ou por compressão contínua. Nesse caso, o aço é aquecido e prensado nas cavidades de uma matriz, estando ainda sólido, sob a ação de martelos e prensas de forjamento. Assim, o fluxo do material é controlado e não ocorrem descontinuidades das fibras internas do aço. Os elementos forjados têm estrutura de grão refinada e uma melhor combinação de propriedades mecânicas (CALLISTER, 2013).

No que tange ao tratamento térmico, é o processo em que se alteram as propriedades físicas e mecânicas dos materiais (sem mudar a sua forma), por meio da aplicação de ciclos térmicos de aquecimento e resfriamento, sob condições controladas de temperatura, tempo, atmosfera e velocidade de resfriamento, com o objetivo de alterar as suas propriedades ou conferir-lhes características determinadas (SPECTRU, 2009).

No caso de elementos de desgaste, sugere-se a têmpera. Esse processo é um tipo de tratamento térmico de endurecimento integral. Esses tratamentos visam à elevação da resistência dos aços austenitizados pela sua transformação martensítica, em toda a secção do produto tratado.

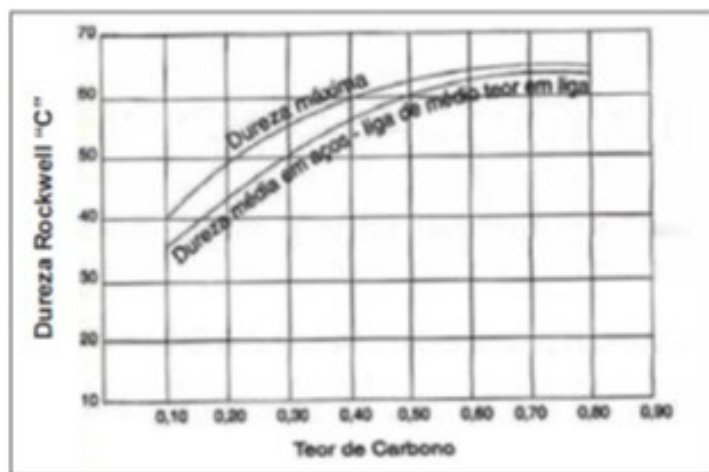
O processo de têmpera consiste em aquecer um material, em um forno de austenitização, 30 a 70 °C acima da temperatura de transformação (faixa típica de 815 a 870 °C) por determinado tempo, seguido do seu rápido resfriamento (ASSIS, 2006).

A seleção do banho refrigerante depende da temperabilidade do aço a ser tratado, da espessura da secção e do perfil envolvido nesse tratamento, bem como das taxas de esfriamento necessárias para obter a microestrutura desejada (CHIAVERINI, 2002).

Já o revenido é o tratamento térmico que normalmente acompanha a têmpera, pois elimina a maioria dos inconvenientes produzidos por esta, uma vez que, além de aliviar ou remover as tensões internas, corrige as excessivas durezas e fragilidades do material, aumentando sua ductilidade e resistência ao choque (ALLEN, 1969).

No caso dos aços, o percentual de carbono influencia diretamente na dureza e na forma da martensita. Essa influência pode ser vista na Figura 2.

Figura 2. Efeito do percentual de carbono na dureza da martensita.



Fonte: Chiaverini (2002).

Os dentes são fabricados em aço microligado, portanto é necessário conhecer um pouco mais sobre esse material.

Os aços são projetados para obter propriedades mecânicas que satisfaçam a utilização, conforme a necessidade final de cada produto. Os chamados aços microligados ao boro são aços-liga contendo pequenas quantidades de diversos elementos que proporcionam um considerável aumento na resistência mecânica.

O uso do boro abre novas possibilidades na produção economicamente viável de aços ligados. As propriedades desse tipo de aço são iguais ou, muitas vezes, até superiores aos aços obtidos com o uso de métodos tradicionais de adição de ligas (ZORIN *et al.*, 2005).

Apesar do grande potencial de uso do boro como elemento de liga para aços temperados e revenidos, a dificuldade de prever e controlar o efeito da temperabilidade do boro no aço tem sido um problema em aços tratados termicamente (KAPADIA, 1978).

Metodologia

A metodologia adotada inicia com a busca no mercado do dente em aço fundido que concorre com o dente fabricado em aço laminado/forjado SAE 15B29M.

Descrição das amostras:

- Amostras 1,2,5 – dente retroescavadeira JCB 3CX (laminado/forjado).
- Amostras 3,4,6 – dente retroescavadeira JCB 3CX (aço fundido).

A Figura 3 apresenta as amostras usadas para os ensaios mecânicos.

Figura 3. Amostras para ensaios.



Fonte: Autor (2020).

A Tabela 1 apresenta um planejamento e a análise técnica das quantidades dos corpos de prova.

Tabela 1. Planejamento de análise

Análise	Dente laminado/forjado	Dente de aço fundido
	Número de amostras	Número de amostras
Composição química	3	3
Dureza HB	18	18
Ensaio Charpy	3	3
Ensaio desgaste	3	3
Microestrutura	3	3

Fonte: Autor (2020).

A análise da microestrutura foi efetuada por microscopia óptica com o auxílio do analisador de imagens e ampliações de 200 vezes, e as amostras foram preparadas seguindo técnicas usuais de metalografia. O tamanho de grão também foi avaliado com o mesmo equipamento. Também foi feita a medição da dureza de núcleo nas amostras, pela microdureza contida no microdurômetro. O ataque químico foi realizado por meio de uma solução em ácido nítrico a 3%. Na Figura 4, podemos ver um microscópio eletrônico (A), um microdurômetro (B) e as amostras embutidas (C) para análise metalográfica.

Figura 4. Equipamentos e amostras.



Fonte: Autor (2020).

A Tabela 2 mostra a composição química do aço microligado ao boro SAE 15B29M laminado/forjado e o aço fundido.

Tabela 2. Composição química dos materiais analisados.

Elementos químicos (%)	Aço laminado/forjado	Aço fundido
Carbono	0,319	0,223
Silício	0,2165	0,511
Manganês	1,315	1,017
Cromo	0,24	0,661
Molibdênio	0,0019	0,1755
Níquel	0,0015	0,0015
Boro	0,00065	0,0002

Fonte: Autor (2020).

Os ensaios de dureza foram realizados pelo método Brinell (HB), uma esfera de diâmetro 10 mm e carga de 3.000 kg, em um durômetro de bancada. Já para o ensaio de impacto, foi utilizada uma máquina modelo MFL Pruf-und MeB systeme GmbH D-6800 Manheim PSW 30/15 kg com pêndulo de 10 kg. Outro ensaio utilizado foi o de desgaste, que teve como objetivo comparar a resistência ao desgaste dos dentes entre os materiais em estudo. Foi utilizado o método de ensaio conforme norma “ASTM G65” (ASTM, 1991). Na Figura 5, são mostrados os equipamentos utilizados.

Figura 5. Ensaio de tração (A), durômetro (B) e ensaio de desgaste (C).



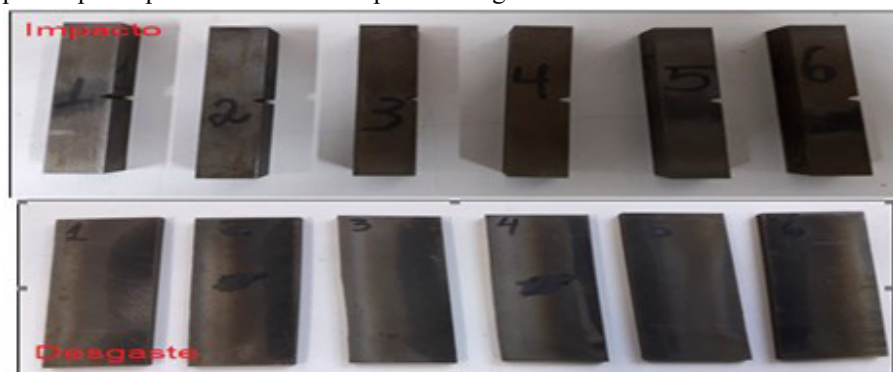
Fonte: Autor (2020).

Os corpos de prova para os ensaios de impacto foram confeccionados nas medidas padronizadas, segundo a norma ASTM E-23, com entalhe tipo A – entalhe em V a 45° com raio de 0,25 mm, sendo três amostras para cada tipo de aço.

Já para o ensaio de desgaste, utilizou-se uma força de 13 Kgf e o número de rotações da roda foi de 2.000 voltas, conforme método B da norma ASTM G65 (ASTM, 1991). A taxa do fluxo da areia foi de 380 g/min, e a areia utilizada, seguindo a norma, foi da peneira de 100 com abertura de 150 µm.

Um tempo de 30 minutos de espera entre cada ensaio foi utilizado para esfriar a roda de borracha e os suportes. Após cada ensaio, novamente as mostras foram limpas e pesadas para quantificar a perda pelo desgaste. Os corpos de prova para os dois ensaios são mostrados na Figura 6.

Figura 6. Corpos de prova para os ensaios de impacto e desgaste.



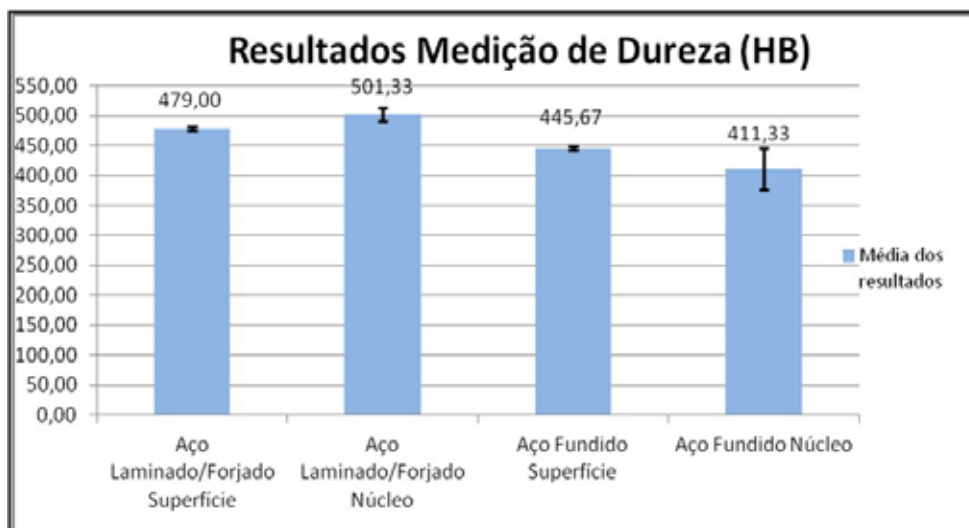
Fonte: Autor (2020).

Resultados e discussão

Observou-se um aumento da dureza no aço laminado/forjado, pouco superior ao aço fundido. Isso dá maior concentração de elementos de liga, como carbono, cromo e titânio e boro, fato que vem ao encontro do que cita Silva (1986) sobre o uso de elementos de liga.

Observa-se que a média da dureza do núcleo do aço laminado ficou um pouco superior à da dureza de superfície – isso é previsto pela descarbonetação na superfície durante o aquecimento. O ganho de dureza do aço laminado/forjado em relação à outra amostra foi na ordem de 7%, fator esse que não pode ser considerado superior dado o desvio padrão calculado. No Gráfico 1, são apresentados os resultados de dureza nas amostras.

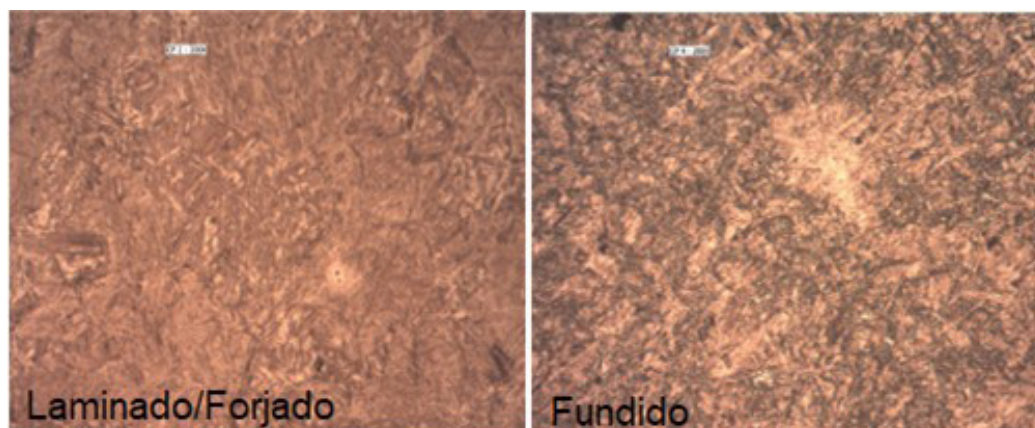
Gráfico 1. Resultados dos ensaios de dureza.



Fonte: Autor (2020).

Na Figura 7, encontram-se as microestruturas dos aços laminado/forjado e fundido. Em ambas as amostras, é possível observar uma microestrutura martensítica revenida, mais refinada no aço fundido. A microestrutura está coerente com a dureza encontrada nas amostras.

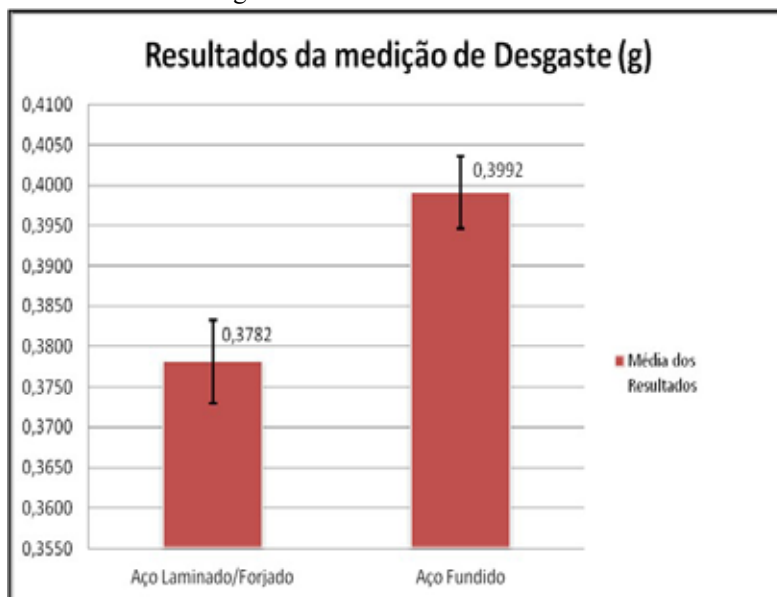
Figura 7. Análise da microestrutura (em aumento de 200 vezes).



Fonte: Autor (2020).

No ensaio de desgaste, os resultados no volume perdido do aço laminado/forjado foram menores que os do aço fundido, na ordem de 6%, o que é significativo na prática. A menor perda de volume está relacionada à maior rentabilidade no tempo de troca do produto e ao maior rendimento. É fato que um dos fatores que influencia diretamente no desgaste do material é a dureza e, nesse caso, os ensaios de desgaste das duas amostras foram coerentes com os resultados das durezas. No Gráfico 2, são mostrados os resultados do ensaio de dureza.

Gráfico 2. Resultados dos ensaios de desgaste.

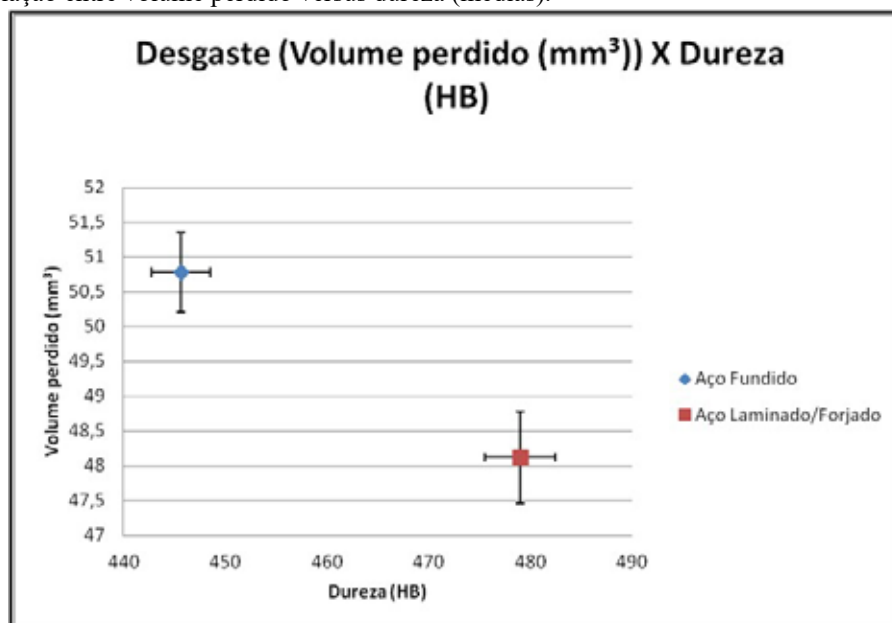


Fonte: Autor (2020).

Quando analisados os resultados do Ensaio Charpy, verificou-se uma pequena vantagem na tenacidade ao aço fundido. Quando associado ao tamanho de grão, verifica-se que, apesar do aço laminado apresentar maior TG 95,33 μm e o aço fundido 22,07 μm , a tenacidade não apresentou grande variação quando verificada por meio da energia absorvida, sendo de 14,3 J no aço laminado e 15,3 J no fundido.

No Gráfico 3, há um comparativo entre as durezas encontradas e os valores do desgaste.

Gráfico 3. Relação entre volume perdido versus dureza (médias).

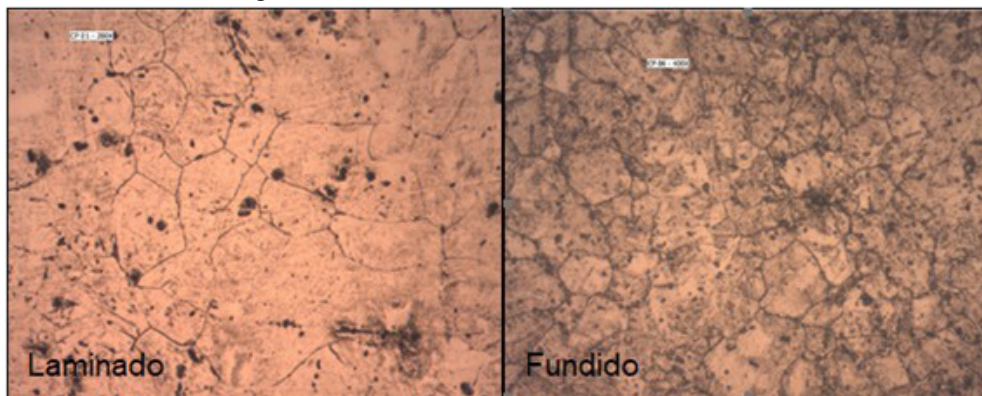


Fonte: Autor (2020).

No que tange ao tamanho de grão, observou-se que, no aço fundido, é bem mais refinado do que o tamanho de grão do aço laminado/forjado. Essa condição 75% menor no aço fundido se dá pelo processo de fabricação utilizado, uma vez que a taxa de remoção de calor na superfície

da peça em contato com o molde é maior do que no de núcleo, o que diminui o tamanho de grão. Isso também está associado ao maior teor de silício, que tende a diminuir tamanho de grão. Na Figura 8, é possível observar a diferença no tamanho de grão das amostras.

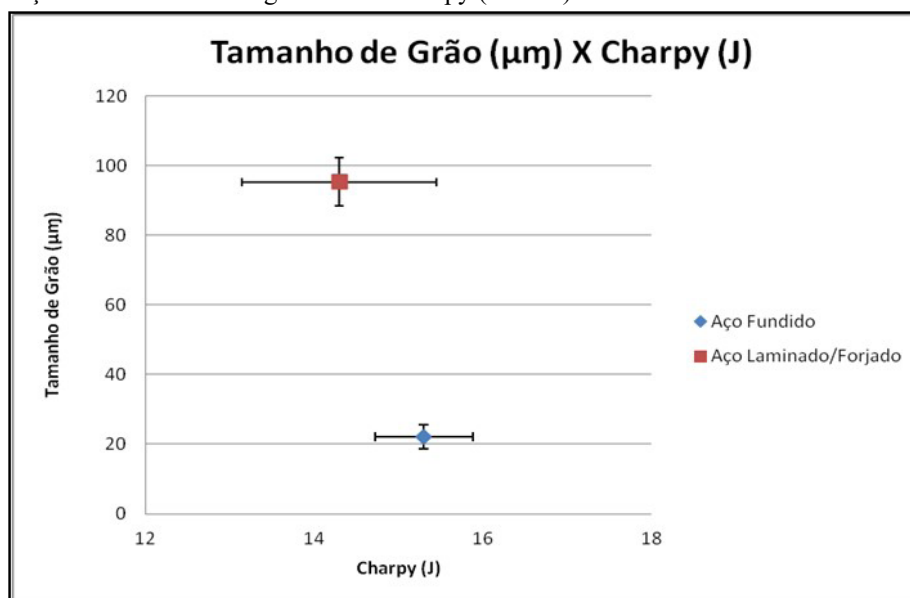
Figura 8. Análise do tamanho de grão das amostras.



Fonte: Autor (2020).

Quando comparado o tamanho de grão com o resultado do ensaio de impacto, percebe-se que pouco influenciou na quantidade de energia absorvida, o que difere ao visto na literatura que cita que, quanto maior o tamanho de grão, maior a quantidade de energia absorvida. Entretanto, sugere-se que o valor semelhante se deva às diferenças microestruturas da martensita, em função dos processos de laminação e forjamento que mantêm a microestrutura encruada, tendendo ao que se observa no aço laminado. O Gráfico 4 apresenta um resumo dessa comparação.

Gráfico 4. Relação entre tamanho de grão versus Charpy (médias).



Fonte: Autor (2020).

Considerações finais

Com base na normativa ASTM G65 (ASTM, 1991), verificou-se que o aço laminado/forjado apresentou melhor rendimento quanto à resistência ao desgaste (6%) e também maior dureza de superfície e de núcleo (479-501,3 HB).

Outra condição analisada foi a tenacidade, por meio da energia absorvida pelo material, que mostrou pouca variação entre as amostras, mesmo com diferença no tamanho de grão. Essa condição está associada ao processo de fabricação das amostras e aos elementos de liga adicionados, que influenciam no tamanho de grão.

Em relação à microestrutura, ambos os aços apresentam martensita revenida, mais refinada no aço fundido, fato que se comprova dada a medição do tamanho de grão.

Em termos gerais, de acordo com os ensaios realizados, verificou-se que o aço laminado/forjado apresentou melhor desempenho técnico no que tange a condições químicas, metalúrgicas e mecânicas.

Referências

ALLEN, D. K. **Metallurgy Theory and Practice**. American Technical Society, 1969. 663 p.

ASSIS, F. P. **Tratamentos Térmicos de Aços**. Centro Universitário da FEI, 2006.

ASTM – American Society for Testing and Materials. Standard Test Method for Measuring Abrasion Using the Dry Sand/Rubber Wheel Apparatus. **ASTM G 65-91**, p. 231-243, 1991.

CALLISTER JR., W. D. **Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC; 2013.

CIA DOS TRATORES. **Dente concha retroescavadeira**. [2019?]. Disponível em: <http://www.ciaostratores.com.br/dente-concha-retroescavadeira>. Acesso em: 24 set. 2019.

CHIAVERINI, V. **Aços e Ferros Fundidos**. 7. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais; 2002. 599 p.

CHIAVERINI, V. **Tecnologia mecânica**. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill; 1986.

EAEMÁQUINAS. Retroescavadeiras ganham mais versatilidade e eficiência. **EaeMáquinas**, ano XVI, n. 98, p. 50-55, 2018. Disponível em: <http://revistadigital.eaemaquinas.com.br/em/eaemaquinas98/offline/download.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2020.

HELMAN, H.; CETLIN, P. R. **Fundamentos da Conformação Mecânica dos Metais**. 2. ed. Artliber; 2005.

KAPADIA, B. M. **Hardenability Concepts with Applications to Steel**. Warrendale: TMS-AIME; 1978.

SILVA, C. N. P. **Efeito das separações na tenacidade de um aço microligado produzido por laminação controlada**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

SPECTRU. **Tratamento Térmico dos aços: Recozimento, Normalização, Têmpera e Revenido**. Divisão Metalurgia. Tratamento Térmico. Ensino. SPECTRU, 2009. Disponível em: <http://www.spectru.com.br/Metalurgia/diversos/tratamento.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2020.

TAVARES, C. S. **Estudo do Processo de Têmpera em Aço 15B28 Aplicado em Lâminas de Motoniveladoras**. 2009, 121f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/93214/270041.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 dez. 2020.

ZORIN, A. I. *et al.* Production of boron-bearing grades of steel with a regulated sulfur content at the Chelyabinsk metallurgical plant. **Springer**, v. 49, n. 1-2, 2005. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11015-005-0043-9#citeas>. Acesso em: 28 dez. 2020.

PROJETO ASAS ÁGUA, SEDIMENTOS, ALGAS E SOLOS DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DO ITAJAÍ

Kleber Renan de Souza Santos
Jessica Kistner
Danieli Schneiders Kaufmann
Patrícia Coelho
Regina Luiza Gouvea
Franciele Rambo Lauxen
Luis Augusto Ebert



Foto: Kleber Renan de Souza Santos, 2018.

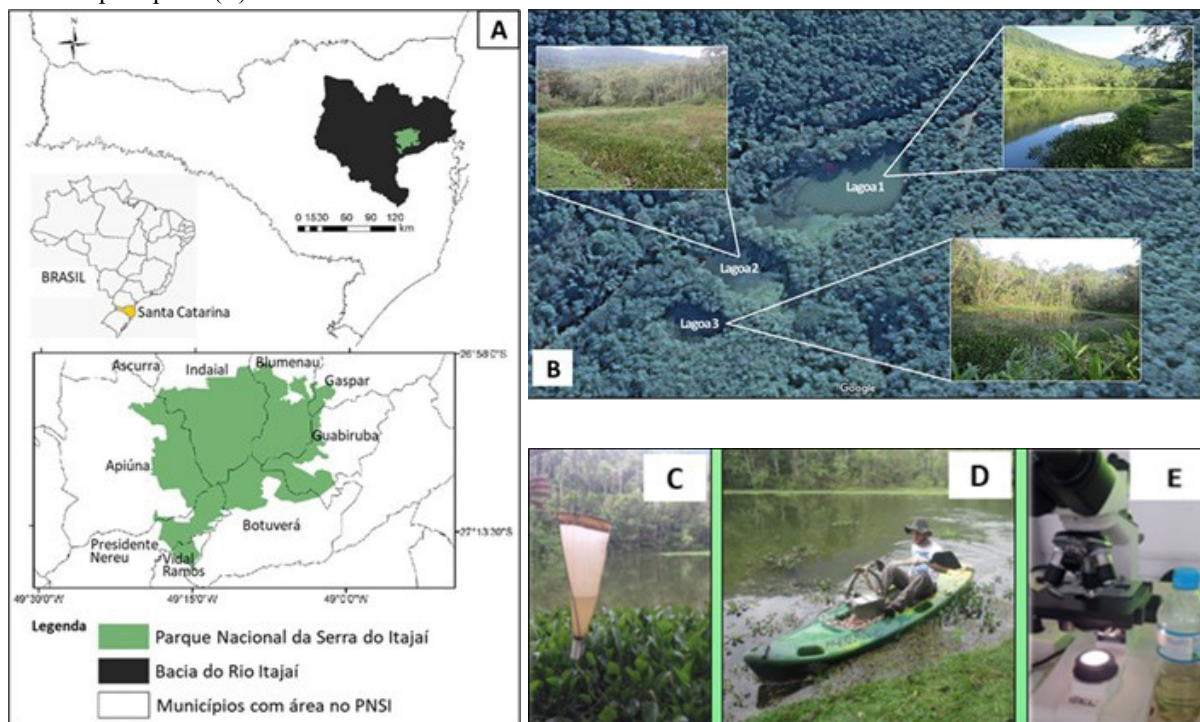


O **Parque Nacional da Serra do Itajaí** (PNSI) é uma Unidade de Conservação (UC) Federal localizado entre os municípios de **Apiúna, Ascurra, Blumenau, Botuverá, Gaspar, Guabiruba, Indaial, Presidente Nereu e Vidal Ramos** no estado de Santa Catarina, com uma área de 57.374 hectares de exuberante vegetação da Mata Atlântica (Figura 1). Uma boa parte do território do Parque é formado por florestas primárias, preservando no total 2,5% da área remanescente do bioma Mata Atlântica no estado de Santa Catarina (PLANO DE MANEJO PNSI, 2009).



O **Projeto ASAS** é uma realização do Curso de Engenharia Ambiental da UNIASSELVI/INDAIAL, em parceria com Freitag Laboratórios (Timbó), o Instituto Parque das Nascentes (IPAN) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Detalhes da área de estudo e das lagoas pesquisadas são apresentados na figura 1.

Figura 1. Localização do PNSI em Santa Catarina (A), Vista aérea e detalhe das lagoas 1, 2 e 3 (B), Rede de plâncton utilizada nas coletas (C), Barco e draga utilizados na coleta de sedimentos (D), Análise das amostras ao microscópio óptico (E).



FONTE: (A) Adaptado de Funez e Gasper (2014); (B) Adaptado do Google Earth; Fotos em B, C, D e E de Kleber R.S. Santos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DE CADA EIXO DE PESQUISA

EIXO ÁGUA E ALGAS

Foram realizadas expedições de coleta de amostras mensais, em três lagoas, no período de um ano (maio de 2018 a abril de 2019), e foram avaliados os parâmetros para cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA), e identificação e quantificação do fito plâncton das lagoas.

EIXO SEDIMENTOS

Foram realizadas coletas de amostras de sedimentos, na região central de cada lagoa, nos meses de junho, agosto e outubro de 2018. Os resultados apresentados são os valores médios dessas amostras.

EIXO SOLOS

Foram estudadas a composição de fungos dos solos nos arredores das lagoas, e o papel dos eventos adversos de precipitação pluviométrica no desenvolvimento de processos erosivos na região do PNSI.

Profundidade máxima das lagoas estudadas (m = metros)



EIXO ÁGUA

Classificação da qualidade de corpos hídricos de acordo com o IQA

*IQA - Índice de Qualidade da Água

A **água** é um dos principais elementos da **composição dos seres vivos**, sendo, portanto, um **recurso essencial** para todas as formas de vida, incluindo desde os microrganismos até formas mais complexas, como as plantas e os animais.

O índice de qualidade da água (**IQA**) é um método amplamente utilizado para avaliar a condição ecológica e sanitária dos recursos hídricos através de parâmetros químicos, físicos e biológicos, **indicando**, desta forma, **o grau de conservação** dos ecossistemas aquáticos.

Os **resultados** da presente pesquisa demonstram que a **qualidade da água** das lagoas do PNSI é considerada boa, evidenciando o papel relevante desta Unidade de Conservação (UC) na preservação dos ecossistemas aquáticos (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Nível da Qualidade da água.

Ótimo	$80 \leq IQA \leq 100$
Bom	$52 \leq IQA < 80$
Aceitável	$37 \leq IQA < 52$
Ruim	$20 \leq IQA < 37$
Péssimo	$0 \leq IQA < 20$

Fonte: Adaptada de Cetesb (2003).

Tabela 2. Qualidade da água das lagoas.

	Mínimo	Máximo	Médio
LAGOA 1	57	87	74
LAGOA 2	34	66	55
LAGOA 3	45	66	55

Fonte: Bona *et al.* (2018).

Apenas a **Lagoa 1**, em uma única amostragem apresentou **IQA ótimo**, a **Lagoa 2**, em uma única amostragem apresentou **IQA ruim**, e a **Lagoa 3**, em uma única amostragem apresentou **IQA aceitável**. Tais valores podem ser explicados, provavelmente, pela maior ou menor presença de animais selvagens visitando as lagoas, além de variações climáticas, como chuva e vento que podem alterar diversos parâmetros da água, refletindo no IQA.

EIXO EIXO SEDIMENTOS

A partir da razão C/N os sedimentos foram classificados quanto à origem da Matéria Orgânica presente

Os sedimentos são partículas de rocha ou de solo que através da erosão, precipitação química ou biológica, são depositados em camadas na superfície terrestre, quando a energia do fluido (água) é diminuída. Estes sedimentos influenciam diversas atividades químicas, biológicas ou físicas do ambiente, sendo muito importante o conhecimento de suas características.

Os **resultados** da presente pesquisa mostraram que a **Lagoa 1** apresentou maior **concentração de fósforo** (símbolo químico “P”), enquanto as **Lagoas 2 e 3** tiveram valores menores e semelhantes entre elas (conforme Tabela 4).

Tabela 3. Razão carbono/nitrogênio presente nos sedimentos (*M.O Matéria Orgânica)

Razão C/N	Origem M.O. presente no Sedimento
0 – 8	Aquática (comunidade planctônica)
9 – 19	Terrestre e Aquática (mista)
> 19	Terrestre (plantas vasculares)

Fonte: Adaptada de Meyers (2003).

Tabela 4. Razão C/N e Fósforo presente nas lagoas.

	LAGOA 1	LAGOA 2	LAGOA 3
Carbono Orgânico Total (mg/kg)	12.222	12.959	15.271
Nitrogênio kjeldahl (mg/kg)	1.192	1.955	1.995
Fósforo Total (mg/kg)	230	109	91
RAZÃO C/N	10	7	8

Fonte: Os autores.

A caracterização do material orgânico sedimentar, presente nestes sistemas, é de suma importância e utilidade para se conhecer a origem e os processos a que estes ambientes estiveram submetidos em um passado recente (últimos cem anos) ou mais antigo (milhares de anos).

Segundo Meyers e Ishiwatary (1993) e Meyers (1994; 2003) a razão carbono/nitrogênio (C/N) é um dos marcadores mais confiáveis para indicação de fontes da matéria orgânica para um ecossistema.

A matéria orgânica de origem autóctone na água, isto é, produzida principalmente pela comunidade planctônica local, tem razão molar C/N entre 6 e 8. Já pelas bactérias apresentam valores inferiores, entre 4 e 5. Valores de C/N entre 9 e 19 caracterizam origem mista (terrestre e aquática), e valores superiores a 20 são característicos da matéria orgânica terrestre, produzida principalmente por plantas vasculares (MEYERS, 2003).

EIXO ALGAS

A diversidade de espécies de fitoplâncton

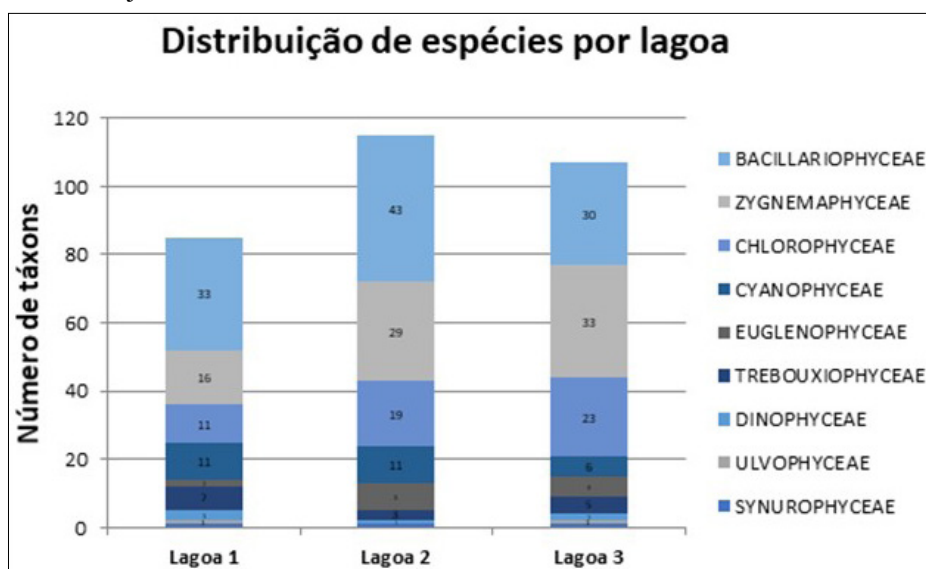
Fitoplâncton/Algas (do grego fito “planta” e plâncton “à deriva”) é o nome dado ao conjunto de **microalgas e cianobactérias** que vivem **livremente na coluna d’água** de lagoas, rios e oceanos. São também chamados de organismos produtores, pois, assim como as plantas, tem o importante papel de realizar a **fotossíntese** (processo que utiliza a energia luminosa para formar compostos orgânicos [açúcar], a partir do gás carbônico e da água, com liberação de oxigênio). O fitoplâncton constitui, desta forma, a **base da cadeia alimentar** dos ecossistemas aquáticos, servindo de alimento para toda cadeia trófica aquática e contribuindo com a produção de oxigênio, fundamental para respiração da grande maioria dos seres vivos.

Como as espécies do **fitoplâncton** são sensíveis às variações ambientais, conhecer esses organismos ajuda a compreender o funcionamento dos **ecossistemas aquáticos**.

A **elevada riqueza de espécies** de fitoplâncton (180 táxons) encontrada nas lagoas do PNSI, associada a **baixa densidade** desses organismos ao longo do período de estudo (maio/2018 a abril/2019), demonstram a **boa qualidade das águas** dessas lagoas.

A **Lagoa 2** foi a que apresentou o maior número de espécies (115), seguida da **Lagoa 3** com 107, e da **Lagoa 1** com 85 (conforme Figura 2). Este fato pode ser explicado pela alta concentração de macrófitas e o baixo volume de água na Lagoa 2, o que indica que as amostras desta lagoa apresentaram tanto espécies do fitoplâncton quanto do perifíton (aderidas às macrófitas) e metafiton (entre as macrófitas).

Figura 2. Distribuição das Classes (número de táxons) para a riqueza de espécies em três lagoas do Parque Nacional da Serra do Itajaí.



Fonte: Os autores.

EIXO SOLOS

Eventos adversos associados a precipitação extrema e diversidade de fungos do solo nas imediações das três lagoas do PNSI

A erosão é um fenômeno natural, que pode também ser causada pela ação humana, provocando perda do solo. Ocorre devido à ação das chuvas, dos ventos, mudanças de temperatura, e pode ser evitada principalmente pela cobertura vegetal. Assim, áreas sem proteção de florestas e com relevo íngreme são mais vulneráveis a esse fenômeno. Nossos resultados mostraram 11 áreas vulneráveis ao agravamento dos processos erosivos em algumas vias de acesso ao PNSI, o que evidencia o cuidado necessário no controle da visitação nos períodos chuvosos.

Figura 3. Deslizamento ocorrido dia 23 de out. de 2015 (A), Cenário em agosto de 2018 – após quase três anos da ocorrência (B).



Fotos: Jessica Kistner (2018).

Figura 4. Deslizamento ocorrido dia 23 de out. de 2015 (A) e (B).



FONTE: <<https://omunicipioblumenau.com.br/prefeitura-instala-guard-rails-na-nova-russia-em-blumenau/>>. Acesso em: 18 out. 2019.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), estima-se que uma precipitação de 60,1 mm possa acontecer ao menos uma vez em 70 anos, enquanto uma precipitação máxima diária de 23 mm, pode ocorrer ao menos uma vez a cada ano (ANA, 2014).

Figura 5. Pontos identificados (A a I) como propícios a desastres naturais no PNSI.

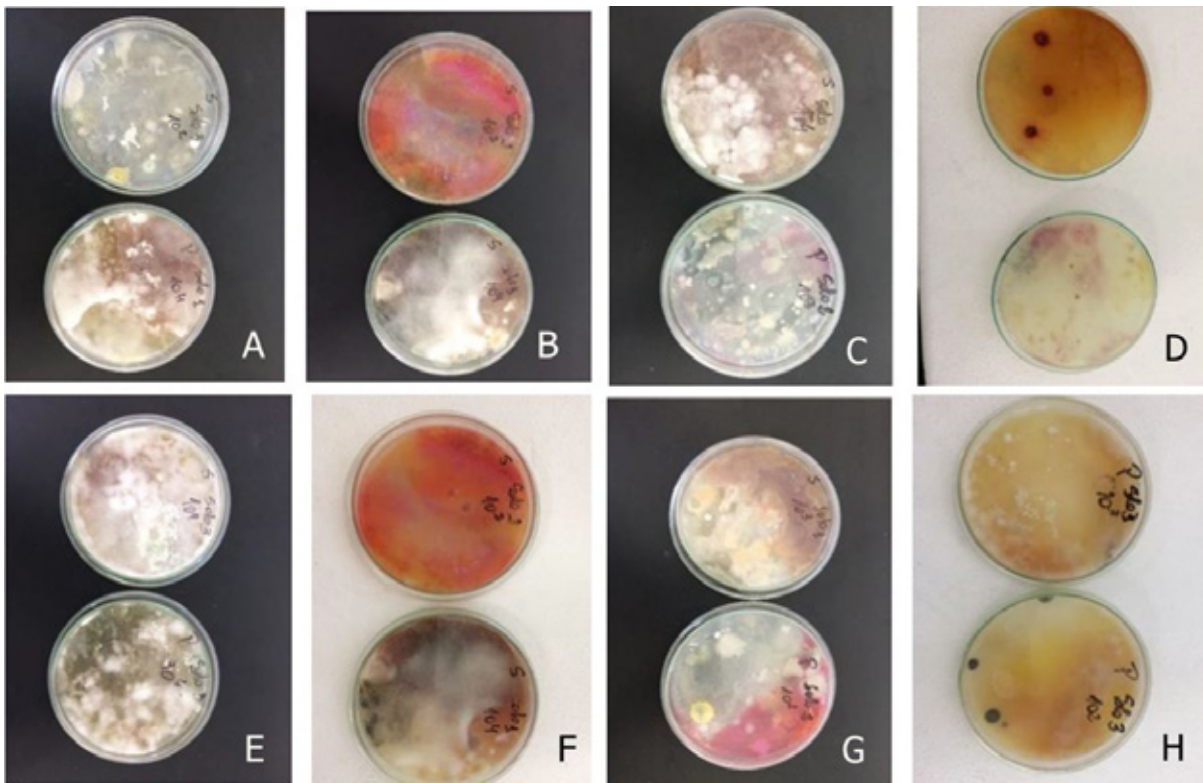


Fotos: Jessica Kistner (2018).

Fungos

Os fungos desempenham o papel de decompositores da matéria orgânica, colaborando na ciclagem dos nutrientes do solo. Nosso estudo, a partir da coleta de amostras de solo e cultivo em meio de cultura em laboratório, demonstrou o total de 11 espécies encontradas nos solos dos arredores das lagoas do PNSI (Tabela 5 e Figura 6).

Figura 6. Aspecto macroscópico de alguns fungos do solo dos arredores das lagoas do PNSI. *Aspergillus* sp. (A), *Cladosporium* sp. (B), *Cryptococcus* sp. (C), *Fusarium* sp. (D), *Microsporium* sp. (E), *Mucor* sp. (F), *Penicillium* sp. (G), *Rhizopus* sp. (H).



Fonte: Jandthe *et al.* (2018).

Tabela 5. Espécies encontradas nos solos dos arredores das lagoas do PNSI.

*F.O. - Frequência de Ocorrência

Táxons	Solo lagoa 1							Solo lagoa 2							Solo lagoa 3							*F.O. (%)				
	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MAI	JUN	JUL	AGO	SET		OUT	NOV	DEZ	
<i>Alternaria</i> sp.		x	x																		x	x		x	20,8	
<i>Aspergillus</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	91,6
<i>Cladosporium</i> sp.				x																						8,3
<i>Cryptococcus</i> sp.	x	x	x	x		x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	91,6
<i>Fusarium</i> sp.	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	87,5
<i>Microsporium</i> sp.	x										x															8,3
<i>Mucor</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	91,6
<i>Penicillium</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	95,8
<i>Rhodotorula</i> sp.	x								x	x		x	x								x		x			29,1
<i>Rizophus</i> sp.									x			x	x													20,8
<i>Saccharomyces</i> sp.	x		x		x					x		x	x		x											33,3
Total de Táxons	8	6	7	6	5	4	5	6	6	6	6	6	8	5	6	5	5	7	3	8	5	6	5	5	6	

Fonte: Os autores.

Penicillium sp. foi a espécie mais comum neste estudo, ausente apenas em uma amostra (junho de 2018 no solo da Lagoa 3), seguido de *Aspergillus* sp., *Cryptococcus* sp., *Mucor* sp. e *Fusarium* sp., o que indica ser as espécies mais tolerantes às variações sazonais e as principais responsáveis pelos processos de decomposição nestes ambientes.

As diferenças de composição desses fungos em cada ambiente coletado podem estar associadas aos parâmetros físicos e químicos do solo, às chuvas e mudanças sazonais de temperatura, ao pisoteio e defecação de animais silvestres, como as capivaras, que circulam nos arredores das lagoas, bem como a sensibilidade de cada espécie às variações ambientais, dentre outros fatores. Contudo, ressaltamos que são necessários estudos mais detalhados e de longo prazo para compreender melhor a relação dos fungos dos solos com os parâmetros ambientais no PNSI.

Considerações

O Projeto ASAS – Água, Sedimentos, Algas e Solos do Parque Nacional da Serra do Itajaí contribuiu com a produção de dados inéditos em cada um dos eixos de pesquisa desenvolvidos: Eixo Água (que inclui dados do IQA e Fitoplâncton – Algas), Eixo Sedimentos (caracterização físico-química do sedimento das lagoas) e Eixo Solos (que inclui os estudos de erosão nas imediações do PNSI e de fungos do solo nos arredores das lagoas).

A divulgação desta cartilha didática contribui para a promoção da educação ambiental e científica, estimulando a visita consciente do PNSI, despertando o interesse e curiosidade da comunidade científica para a continuidade deste projeto e realização de novas pesquisas no Parque.

Os resultados do Projeto ASAS aqui apresentados, representam um esforço conjunto executado pelo Curso de Engenharia Ambiental da UNIASSELVI de Indaial e viabilizado pela importante parceria com o Laboratório FREITAG (Timbó), Instituto Parque das Nascentes – IPAN e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, demonstrando que a parceria entre instituições privadas, públicas e do terceiro setor em prol de um objetivo comum viabilizam a realização de pesquisas científicas de qualidade e destacam a relevância desta unidade de conservação em nível regional.

Além desta cartilha didática, está sendo elaborado um Atlas do Fitoplâncton das Lagoas do Parque Nacional da Serra do Itajaí, que deve ser publicado em breve, e será mais uma contribuição do Projeto ASAS para a sociedade.

Agradecimentos

Agradecemos ao **Laboratório FREITAG** (Timbó/SC, representado pelo Diretor Alexandre Freitag), pela realização das análises físico-química-biológicas para determinação do Índice de Qualidade da Água e de fitoplâncton das lagoas estudadas; ao **Instituto Parque das Nascentes – IPAN** (representado pelo biólogo Jonata Giovanella), pelo apoio durante as expedições de coleta de amostras, proporcionando segurança e contribuindo com informações sobre o Parque das Nascentes; ao ICMBio, na pessoa da Chefe do PNSI – **Sra. Rosaria Sena Cardoso Farias** (no período de realização do Projeto ASAS) pelo incentivo à pesquisa na região; aos acadêmicos e professores do curso de Engenharia Ambiental da UNIASSELVI de Indaial pela contribuição nas expedições de coleta e envolvimento na execução de projetos paralelos; ao Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina (UNIEDU), pela bolsa de pesquisa concedida à acadêmica **Jessica Kistner**; e a **Dra. Sandra Costa-Böddeker** pelas sugestões e revisão do texto final.

Literatura Recomendada

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 2914**, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de portabilidade. Seção 1, p. 39-46 Disponível em: <[http://saude.mg.gov.br/images/documentos/PORTARIA No- 2914, de 12 de dezembro de 2011. Pdf](http://saude.mg.gov.br/images/documentos/PORTARIA%20No-2914%20de%2012%20de%20dezembro%20de%202011.Pdf)> Acesso em: 8 fev. 2019.

BRASIL. 2009. **Plano de Manejo Parque Nacional Serra do Itajaí**. Brasília: MMA – Ministério do Meio Ambiente, Instituto Chico Mendes da Conservação da Biodiversidade. 739 pp.

BONA, E. *et al.* Diagnóstico da qualidade da água das lagoas do Parque Nacional da Serra do Itajaí – SC. *In: VIII JORNADA DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA – JOIA, UNIASSELVI, Indaial, 2018.*

COELHO, P. *et al.* Diversidade de Algas Verdes (Chlorophyceae) Planctônicas das Lagoas do Parque Nacional da Serra do Itajaí. *In: VIII JORNADA DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA – JOIA, UNIASSELVI, Indaial, 2018.*

DA SILVA, D. B.; MENDES, R. L. Preparação do guia didático trilha histórico-ecológica no museu da vida por licenciando em biologia da faculdade de formação de professores da UERJ: buscando a emoção e a reflexão dos alunos. **Revista da Associação Brasileira de Ensino a Biologia**, Rio de Janeiro. v.1, n. 7, 2014.

DA SILVA, G. R. D. *et al.* Proposta de guia e cartilha Didática para subsidiar o ecoturismo no Parque Nacional da Furna Feia, Mossoró/RN. *In: CONIDIS: I CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO. Anais [...]* 2015. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV064_MD1_SA7_ID1159_11102016162709.pdf. Acesso em: 6 fev. 2019.

FUNEZ, L. A.; DE GASPER, A. L. Parque Nacional da Serra do Itajaí (southern Brazil) shrub and herbs flora. **Check List**, v. 10, n. 6, p. 1249-1259, 2014. Disponível em: <https://www.biotaxa.org/cl/article/view/10.6.1249>. Acesso em: 25 maio 2020.

HAKANSON, L.; JANSSON, M. **Principles of lake sedimentology**. New York: Springer, 1995.

JANDTHE, D. H. *et al.* Diversidade de fungos de solo da família Trichocomaceae nas imediações de lagoas do Parque Nacional da Serra do Itajaí: Dados Preliminares. *In: VIII JORNADA DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA – JOIA, UNIASSELVI, Indaial, 2018.*

KISTNER, J.; GOUVEA, R. L. Eventos Adversos no Parque Nacional da Serra do Itajaí/SC associados a precipitação extrema. *In: VIII JORNADA DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA – JOIA, UNIASSELVI, Indaial, 2018.*

PEREZ, C. P. *et al.* **Cartilha educativa**: uma ferramenta pedagógica para a divulgação da Paleontologia na cidade de Porto Velho, Rondônia. São Paulo: Scientia Consultoria Científica Ltda., p. 1-9, 2009. Disponível em: <https://scientiaconsultoria.com.br/site2009/pdf/artigos/cartilha_educativa.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2019.

PROJETO ASA's. **Água, Sedimento e Algas do Parque Nacional da Serra do Itajaí**. Submetido ao Edital 01/2018 do SOS Mata Atlântica. Curso de Engenharia Ambiental, Uniasselvi, Indaial, 10 p., 2018.

RODRIGUES, G. S. D. S. **Educação Ambiental e as novas tecnologias de informação e comunicação**. São Paulo: Sociedade & Natureza, 2019. p. 51-66.

SANTOS, K. R. S. Biodiversidade de algas e cianobactérias de três lagoas (“salina”, “salitrada” e “baía”) do Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil. 255 p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2008.

SÃO PAULO (Estado). Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2002. São Paulo: Cetesb, 2003 (Série Relatórios).

SILVA, K. A. et al. Elaboração de uma cartilha como material educativo para preservação da tartaruga verde (*Chelonia mydas*) em Itaipú, Niterói, Rio de Janeiro. *Revista Presença*, v. 2, p. 35-58, 2017. Disponível em: <<http://revistapresenca.celsolisboa.edu.br/index.php/numerohum/article/view/117>>. Acesso em: 1 mar. 2019.

SOARES, K. *et al.* **Caracterização Química dos Sedimentos das Lagoas do Parque Nacional da Serra do Itajaí-SC.** *In: VIII JORNADA DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA – JOIA*, Indaial, 2018.

SCHROEDER, A. *et al.* **Diversidade de Cianobactérias Planctônicas das Lagoas do Parque Nacional da Serra do Itajaí.** *In: VIII JORNADA DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA – JOIA*, UNIASSELVI, Indaial, 2018.

TUCCI, A. *et al.* **Atlas de Cianobactérias e Microalgas de Águas Continentais Brasileiras.** Publicação eletrônica, Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Ficologia, 2019. Disponível em: https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2020/01/atlas-algas-e-cianobacterias-ibt-2019_versao-dezembro-2019.pdf. Acesso em: 8 fev. 2019.

***Como citar esta publicação didática:** SANTOS, Kleber Renan de Souza; KISTNER, Jessica; KAUFMANN, Danieli Schneiders; COELHO, Patrícia; GOUVEA, Regina Luiza; LAUXEN, Franciele Rambo; EBERT, Luis Augusto. Projeto ASAS: Água, Sedimentos, Algas e Solos do Parque Nacional da Serra do Itajaí. *Revista Maiêutica*, Indaial, v. 5, n. 01, p. 57-68, 2020.



PROJETO CAMA PET

Pet bed project

Alencastro Nunes Manique¹

Danielle da Silva Carvalho¹

Elaine Raquel de Oliveira Gavilan¹

Lisiane F. Pletiskaitz Figueira¹

Rodrigo Silveira Ceccon¹

Resumo: Devido ao crescimento do mercado consumidor de produtos para linha pet, aliado às tendências que visam à preservação do meio ambiente com o reaproveitamento de bens de consumo e produção de lixo zero, serão produzidas camas para cães e gatos a partir de pneus usados de automóveis e tecidos provenientes de retalhos não aproveitados de empresas que geram resíduos de tal espécie. Dessa forma, será possível oferecer um produto de ótima qualidade e com preço competitivo por se tratar de matéria-prima de baixo custo e, ainda assim, atuar sobre o descarte inadequado de produtos não biodegradáveis.

Palavras-chave: Produto. Meio ambiente. Mercado. Reaproveitamento.

Abstract: Due to the growth of the consumer market for products for the pet line combined with market trends that aim to preserve the environment with the reuse of consumer goods and zero waste production, beds for dogs and cats will be produced from used car tires and fabrics from unused scraps from companies that generate such waste. In this way it will be possible to offer a product of excellent quality and at a competitive price because it is a low-cost raw material, and still act on the inappropriate disposal of non-biodegradable products.

Keywords: Product. Environment. Market. Reuse.

Introdução

Até bem pouco tempo atrás, nossa sociedade estava voltada de forma absoluta para o consumismo desenfreado, fator que estava nos levando para um futuro de escassez dos recursos naturais e a degradação do planeta em que vivemos. Esse descaso com o meio ambiente, consumindo recursos e gerando uma quantidade de lixo exorbitante, durante muito tempo, foi ignorado pelas pessoas, em geral, e, principalmente, pelas indústrias e empresas que seguiam contribuindo para que fôssemos em direção ao eminente colapso do planeta como conhecemos.

Felizmente, é possível perceber, nos últimos tempos, uma crescente preocupação em relação à redução do consumo de recursos e à geração de resíduos, por inúmeras iniciativas de reciclagem e reutilização de produtos, com o intuito de impedir que eles sejam descartados de forma inadequada e prejudiquem ainda mais o meio ambiente.

Avaliando esse contexto, foi definido o objetivo do presente trabalho, que visa a desenvolver um produto utilizando materiais que, até então, seriam descartados. Com o uso dos princípios básicos de projeto, mediante o processo de desenvolvimento de novos produtos (PDP), foi possível identificar e alinhar duas tendências crescentes no mercado: a reutilização de materiais e os produtos para pets.

Com impacto significativo pela grande quantidade de descarte inadequado de resíduos sólidos efetivados pela indústria automobilística, escolhemos, para esta prática, o reuso de pneus, que não são biodegradáveis. Engajados na participação ativa em prol da redução dos impactos

¹ Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI. Rodovia BR 470, km 71, nº 1.040, bairro Benedito. Caixa Postal 191, 89084-405 – Indaial/SC. Fone: (47) 3281-9000 – Fax: (47) 3281-9090. Site: www.uniasselvi.com.br.

ambientais por danos oriundos desses depósitos, colaboramos com o desenvolvimento de um projeto que transforma pneus inutilizados em camas para pets de pequeno porte e esperamos, com este produto, afetar positivamente a redução de descarte inadequado de pneus, destinando-os à aplicabilidade de conscientização da sociedade quanto à poluição causada por eles.

Neste artigo, revisitaremos a literatura acerca da temática do impacto ambiental por descarte inadequado de lixo sólido, além do conhecimento interdisciplinar sobre planejamento e metodologia de projeto, embasando a prática de utilização de software específico para a predefinição do produto até a sua montagem efetiva, demonstrando o passo a passo da confecção do produto.

Referencial teórico

Buscando alternativas para colaborar com o meio ambiente ao reduzir os descartes, não é de hoje que encontramos iniciativas em andamento com o mesmo propósito. Uma vez que estamos em uma crescente preocupação tanto da população quanto de empresas sobre o impacto ambiental de suas produções e seus resíduos, os quais, conseqüentemente, são os responsáveis, buscamos referência em inúmeros projetos relacionados ao descarte de pneus, como reutilização, aplicação da construção civil, aplicação na cobertura de rodovias, na geração de energia, entre outros, visto que a indústria automobilística é uma das maiores responsáveis pelo descarte de resíduos sólidos.

O pneu fora de uso, quando descartado, é de difícil eliminação, pois sua composição contém derivados de petróleo, borracha, aço e compostos químicos – logo, ele não é biodegradável.

Conforme o Sindicato Nacional da Indústria de Pneumáticos, Câmaras de ar e Camelback (SINPEC):

No pneu de passeio, a borracha predomina, sendo 27% sintética e 14% natural. O negro de fumo constitui 28% da composição. Os derivados de petróleo e produtos químicos respondem por 17%, o material metálico (ou aço) por 10% e o têxtil por 4%. Os pneus de automóveis são projetados para suportar altas velocidades, enquanto os pneus de carga são fabricados de acordo com o peso que deverão sustentar. Com isso, a quantidade de borracha natural nos pneus de caminhões está em torno de 30% (SINPEC, 2019).

Como principais conseqüências do descarte inadequado de pneus, segundo a Redação Pensamento Verde, ocorrem: problemas na biodegradação em função do tempo elevado de deterioração, causando poluição do solo e contaminando áreas por exposição às intempéries, desfazendo-se em líquidos e gases tóxicos; dificuldades em saneamento básico, como proliferadores de doenças infectocontagiosas (por exemplo, a dengue e a malária); gastos públicos em excesso, com investimentos altos em políticas de descarte adequado, com ações de retiradas de pneus de rios, lagos e solos.

Uma vez identificada tal dificuldade, unimo-nos à iniciativa de redução dos impactos ambientais por meio deste projeto, a fim de minimizar, de forma colaborativa, com os danos dos depósitos inadequados de lixo sólido, muitas vezes em vias públicas, como ilustra a Figura 1.

Figura 1. Pneus descartados em via pública.



Fonte: <<https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/as-principais-consequencias-do-descarte-de-pneus-no-meio-ambiente/>>. Acesso em: 28 dez. 2020.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente criou a Resolução nº 416, de 30 de setembro de 2009, visando a dispor sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada. Sobre isso, Saron (2007) afirma que o “Conselho Nacional do Meio Ambiente determinou que, para cada pneu novo vendido ao mercado de reposição (para carros usados), as empresas fabricantes ou importadoras deverão dar destinação adequada a um ‘inservível’”.

Em um breve comparativo entre os países desenvolvidos com maior empenho no assunto, destaca-se o Japão, que destina adequadamente 91% de seus pneus em desuso, enquanto os EUA conseguem destinar apenas 61%.

Iniciamos, então, nosso projeto pelo escopo, por meio do planejamento em um cronograma. Escolhemos o ramo pet por ser um segmento em constante expansão no mercado.

Por meio de conhecimentos interdisciplinares, usamos como balizador de nosso projeto o Guia de Boas Práticas do Gerenciamento de Projetos (PMBOK, do inglês *Project Management Body Of Knowledge*), complementando com os conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Gestão de Projetos e Projeto de Produto e Processo. Analisando as áreas de conhecimento em busca do desenvolvimento eficiente do projeto, buscamos mitigar riscos de qualquer natureza, pelo estudo individual de cada um deles (Figura 2).

Figura 2. Áreas do conhecimento PMBOK.



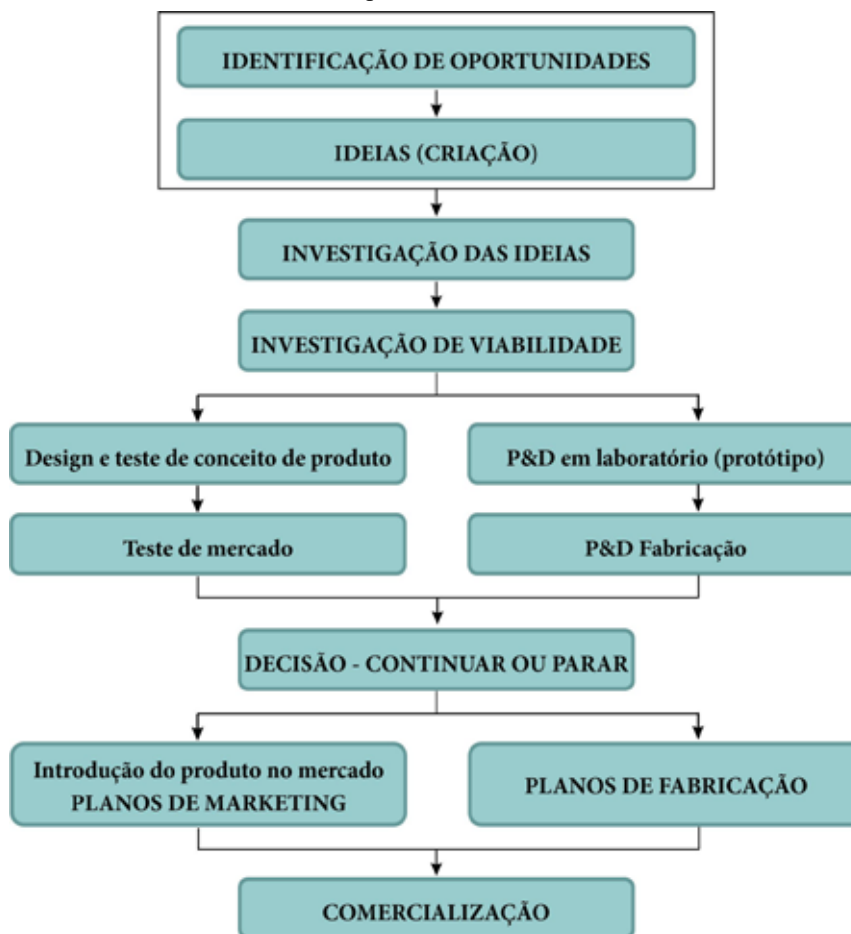
Fonte: <<https://www.faesa.br/areas-de-conhecimento-do-gerenciamento-de-projetos/>>. Acesso em: 13 abr. 2019.

São as dez áreas de conhecimento do PMBOK:

- Escopo: o gerenciamento do escopo descreve todas as características do projeto e elenca os processos que garantirão a execução das etapas previstas.
- Riscos: o gerenciamento dos riscos prevê o planejamento, a avaliação da probabilidade de ocorrência de imprevistos, a elaboração de respostas, o monitoramento e o controle de diferentes dados.
- Tempo: o gerenciamento do tempo estima as etapas, seus recursos e sua duração, garantindo que o projeto tenha sua finalização no tempo planejado.
- Partes interessadas: o gerenciamento das partes interessadas abrange as etapas de iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, para que o envolvimento das partes interessadas ocorra durante todo o projeto.
- Integração: o gerenciamento da integração administra processos e atividades que possibilitam identificar, definir, combinar, unificar, coordenar e estimular a interação dos demais grupos de processos.
- Qualidade: o gerenciamento da qualidade trata de processos e atividades da equipe executora que definem as políticas de qualidade, as características críticas pertinentes ao projeto, os objetivos, os requisitos e as responsabilidades para que o projeto atenda às necessidades para as quais foi idealizado.
- Custo: o gerenciamento dos custos monitora e controla o orçamento, as despesas e as estimativas financeiras, com o objetivo de que o projeto seja concluído dentro do orçamento aprovado.
- Aquisição: o gerenciamento das aquisições do projeto controla a compra e a aquisição de produtos, equipamentos e serviços ou estudos externos ao projeto, além de gerenciar os contratos.
- Recursos humanos: o gerenciamento dos recursos humanos é responsável por processos que organizam e coordenam a equipe do projeto.
- Comunicação: o gerenciamento da comunicação estabelece e garante que todas as informações do projeto sejam coletadas e organizadas, e, se preciso, recuperadas, de forma apropriada.

Sobre os processos que o projeto contempla, Marcos Cobra (2007, *apud* Netto, 2010) oferece um roteiro para o PDP ilustrado no fluxograma apresentado na Figura 3.

Figura 3. Processo de desenvolvimento de novos produtos.



Fonte: Cobra (2007, *apud* Netto, 2010, p. 190).

Em suas análises, Cobra (2007, *apud* Netto, 2010) salienta a identificação da viabilidade do projeto como primordial e afirma que um produto só será viável se a demanda de mercado for contínua e se houver compatibilidade entre os lucros produzidos e os custos de produção, ou seja, se o produto gerar resultado para a empresa.

Partindo dessas premissas, dá-se início ao projeto de desenvolvimento do produto cama pet reaproveitando pneus inservíveis, conforme mostra a declaração de escopo (Apêndice A), com a inclusão da estrutura analítica do projeto.

Metodologia

O produto desenvolvido foi pensado no mercado de animais de estimação, que tem crescido consideravelmente nos últimos anos. Soma-se, a isso, o desenvolvimento da consciência e da preocupação da população em geral com a preservação do meio ambiente, que tem originado várias teorias e métodos.

Assim, criamos um produto que busca a reutilização de pneus usados e retalhos de tecido descartados (fábricas, ateliês, domésticos etc.) para a confecção de camas para pets de pequeno porte.

Nosso protótipo foi desenvolvido utilizando um pneu 75/65, da marca Firestone, encontrado como descarte na área externa de uma borracharia. Ele estava bem usado, porém não furado. Também utilizamos calças em jeans e espumas encontradas descartadas.

Foi efetuada uma análise de custo-benefício para curto, médio e longo prazos dos materiais, visando a economizar no processo, para que o baixo custo siga se refletindo no preço do produto final.

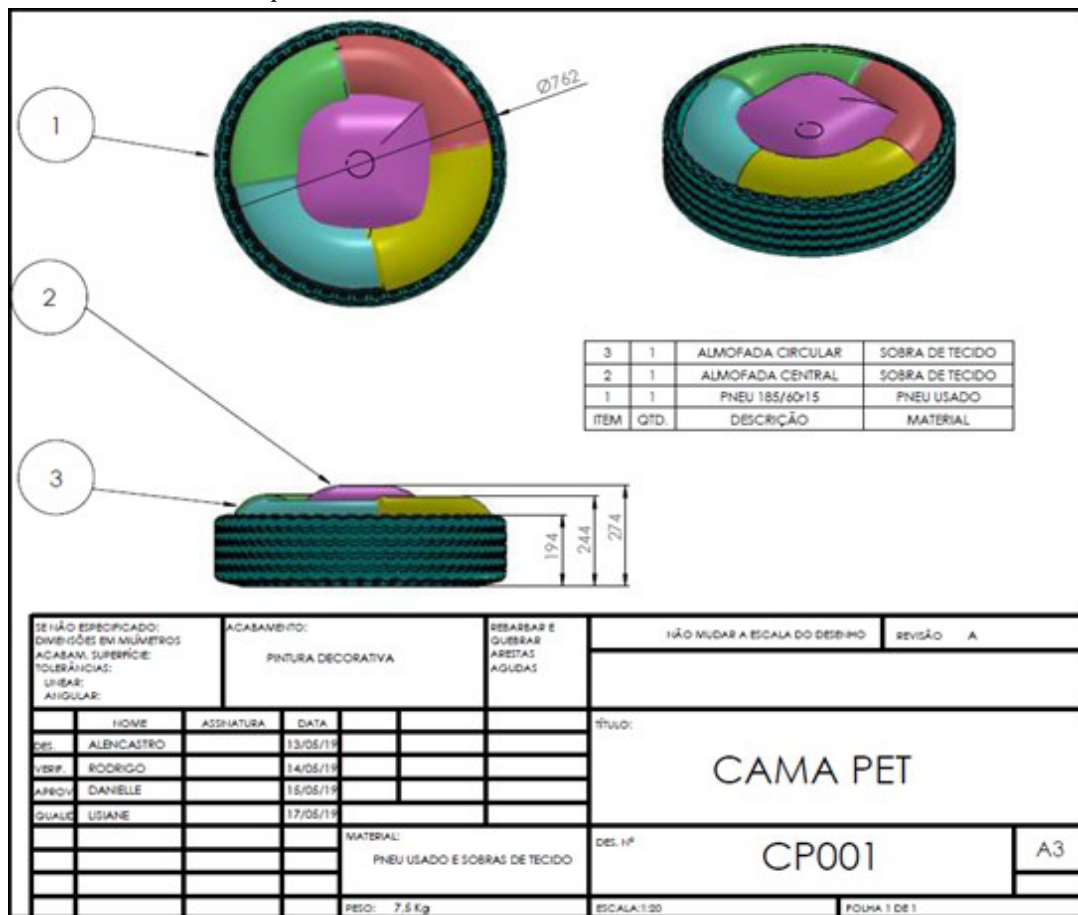
Resultados e discussão

Por meio do escopo do projeto e demais diretrizes, foi possível traçar um objetivo claro para a criação do produto. Entretanto, sem uma pesquisa de mercado, estudos de viabilidade e recursos humanos com atividades e objetivos bem definidos não seriam possíveis.

Desde o início do trabalho, houve a preocupação por desenvolver um produto que, além de gerar lucro, também atendesse às necessidades dos consumidores que, atualmente, estão atentos à preservação do meio ambiente e também bastante interessados em trazer conforto ao seu animal de estimação.

Utilizamos o programa SolidWorks® para a confecção do desenho técnico do produto (Figura 4).

Figura 4. Desenho técnico do produto.



Fonte: Os Autores (2019).

O pneu usado foi lavado com água e detergente, e recortado na parte superior, para que sua área útil interna fosse aumentada. Para facilitar nesse corte, usou-se uma faca afiada e molhada, com o objetivo de a água ajudar a faca a deslizar (Figuras 5 e 6).

Figura 5. Pneu.



Fonte: Os Autores (2019).

Figura 6. Pneu cortado



Fonte: Os autores (2019).

A parte de cima do pneu foi pintada com tinta PVA, hipoalérgica, para decoração (Figura 7). Para deixar a cama mais confortável para o pet, foi feita uma borda acolchoada (Figura 8), na qual foram utilizadas pernas de calças jeans velhas. Depois de costuradas, a calça foi preenchida com espuma.

Figura 7. Pneu pintado.



Fonte: Os autores (2019).

Figura 8. Forro interno lateral.



Fonte: Os autores (2019).

Para o fundo da cama, foi utilizada uma almofada já pronta, no tamanho 35 x 35 cm (Figura 9). Contudo, os próximos produtos poderão ter almofadas confeccionadas com tecidos disponíveis e enchimento de espuma.

Figura 9. Partes da cama.



Fonte: Os autores (2019).

A cama foi montada com o encaixe dessas três partes, o que facilita também a sua higiene (Figura 10).

Figura 10. Produto pronto.



Fonte: Os autores (2019).

A confecção da cama pet é fruto de pesquisa sobre a melhor maneira de cortar o pneu, um tipo de tinta que não traria problemas de saúde ao pet e a busca por materiais duráveis e de bom aspecto visual, além da preocupação em gerar o mínimo de resíduo possível, descartando-o de forma correta.

Considerações finais

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um projeto que visa à reutilização de materiais que seriam descartados, com a finalidade de produzir um novo produto alinhado com as tendências de mercado. Dessa forma, preserva o meio ambiente, considerando que os materiais não são biodegradáveis, e contribui com o desenvolvimento da economia, por apresentar um produto com baixo custo de produção e bom potencial de consumo.

Socialmente, esse tipo de reaproveitamento comove a sociedade de forma que, possivelmente, promova uma conscientização em prol do meio ambiente e o descarte adequado desses resíduos, além da colaboração com a economia, sobretudo em regiões periféricas onde há maior população pet e maiores depósitos de pneus inutilizados, tornando a oferta e a demanda as bases para o desenvolvimento econômico de uma comunidade com tal linha de produção.

Fica evidente, com o exposto no trabalho, que, com planejamento e criatividade, é possível utilizar a Engenharia com a finalidade de desenvolver projetos que auxiliem na economia circular e em uma produção consciente de bens de consumo, o que se torna um avanço na relação com o meio ambiente.

Referências

FAESA. **Áreas de Conhecimento do Gerenciamento de Projetos**. 2017. Disponível em: <https://www.faesa.br/areas-de-conhecimento-do-gerenciamento-de-projetos/>. Acesso em: 14 abr. 2019.

SINPEC. **Matérias-primas**. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/sinpec/sobre-o-sinpec/historia-do-pneu/fabricacao/>. Acesso em: 13 abr. 2019.


NETTO, A. P. **Projeto de Produto e Processo**. Indaial: UNIASSELVI; 2010. 215 p. Disponível em: <https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=18292>. Acesso em: 29 dez. 2020.

REDAÇÃO PENSAMENTO VERDE. As principais consequências do descarte de pneus no meio ambiente. **Pensamento Verde**, 2018. Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/as-principais-consequencias-do-descarte-de-pneus-no-meio-ambiente/>. Acesso em: 13 abr. 2019.

SILVEIRA, E. Reciclagem de pneus. **Revista Pesquisa, FAPESP**, ed. 246, 2016. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2016/08/078-079_Pneus_246.pdf. Acesso em: 14 abr. 2019.

Apêndice A

Quadro 1. Declaração de escopo.

Declaração de escopo do Projeto			
Cama Pet			
Controle de Versões			
Versão	Data	Autor	Notas da Revisão
1	16/04/2019	Lisiane Pletiskaitz	Danielle Carvalho

Fonte: Os autores (2019).

Sumário

1	Objetivos deste documento	1
2	Situação atual e justificativa do projeto.....	1
3	Objetivos e critérios de sucesso do projeto	1
4	Escopo do Produto	2
5	Exclusões do projeto/Fora do Escopo	2
6	Restrições	2
7	Premissas.....	2
8	Estrutura Analítica do Projeto	2

Objetivos deste documento

Confecção de nova linha de produtos pet atendendo à tendência do mercado de produtos que não agridem a natureza e que contribuem para a economia circular.

Situação atual e justificativa do projeto

Possuímos uma variedade de produtos pet com boa aceitação no mercado. No entanto, devido ao crescimento do mercado consumidor de produtos seguindo as tendências de preservação do meio ambiente com o reaproveitamento de bens de consumo e produção de lixo zero, serão produzidas camas para cães e gatos a partir de pneus usados de automóveis e tecidos provenientes de retalhos não aproveitados.

Objetivos e critérios de sucesso do projeto

Oferecer produtos de ótima qualidade e com preço competitivo, em virtude da matéria-prima de baixo custo. O projeto será considerado um sucesso se atender a todos os critérios de aceitação das entregas, respeitar as restrições e cumprir o cronograma de execução e, principalmente, atender os objetivos descritos a seguir.

O cronograma de execução é um anexo do plano de gerenciamento do projeto.

Escopo do Produto

Serão confeccionadas camas para animais de estimação, conhecidos como pets, utilizando pneus usados, retalhos de tecido e de espumas. Os pneus serão decorados com desenhos de patas de cachorro. A almofada que ficará dentro do pneu será em formato circular, forrada com retalhos e com espuma para que fique confortável. Tal almofada terá um fecho para a retirada da espuma e facilitar na lavagem do tecido.

Exclusões do projeto/Fora do Escopo

Não fazem parte deste projeto a utilização de pneus ou tecidos não provenientes de descarte ou sobras de empresas.

Restrições

- Orçamento limitado.
- Disponibilidade de recursos humanos.

Premissas

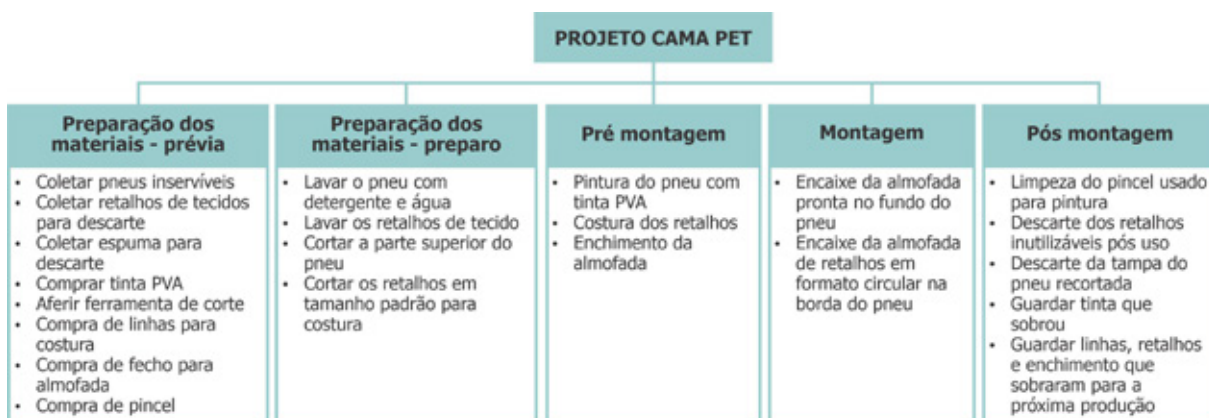
- Excelência no fornecimento de produtos de qualidade.
- Adesão de clientes proprietários de pets que queiram investir em produtos com baixo custo.
- Adesão de clientes com consciência de preservação do meio ambiente.

Estrutura Analítica do Projeto

As entregas e seus critérios de aceitação podem ser descritos na Estrutura analítica do projeto - EAP e em seu Dicionário.

As entregas foram estruturadas conforme EAP a seguir. Seus critérios de aceitação e o detalhamento estão descritos no seu dicionário em anexo.

Tabela 1. Estrutura analítica do projeto.



Fonte: Os autores (2019).

Quadro 2. Aprovações.

Aprovações		
Participante	Assinatura	Data
Patrocinador do Projeto		
Gerente do Projeto		

Fonte: Os autores (2019).

CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DE UM TRANSPORTADOR HELICOIDAL DE PEQUENAS PROPORÇÕES

Construction and analysis of efficiency of a small proportion helicoidal carrier

Carlos Foss¹
André Lopes¹
Murilo Teixeira¹
Silvia Kowaleski¹
Vanessa Moura de Souza¹

Resumo: Apesar dos grandes avanços na Engenharia, algumas invenções permanecem praticamente inalteradas por mais de 2000 anos. É o caso da rosca helicoidal, conhecida como Parafuso de Arquimedes. Conhecer a capacidade nominal de um transportador desse tipo é uma das variáveis mais importantes na avaliação e para a escolha do equipamento. Este trabalho tem por objetivo demonstrar a construção e o funcionamento de um transportador helicoidal e sua eficiência, bem como relacionar a eficiência estimada com a efetiva. Para tanto, será utilizada uma sequência de fórmulas matemáticas para a obtenção dos valores estimados e sua resolução. Por fim, apresenta-se o uso de tabelas rápidas de eficiência de transporte e compara-se com os resultados obtidos, a fim de indicar se podem ser usadas como referência na identificação da eficiência de um transportador helicoidal.

Palavras-chave: Parafuso de Arquimedes. Eficiência. Transportador helicoidal.

Abstract: Despite major advances in engineering, some inventions have remained largely unchanged for over 2000 years. This is the case of the helical thread, known as the Archimedes Screw. Knowing the nominal capacity of a carrier of this type is one of the most important variables in the evaluation and choice of this type of equipment. This work aims to demonstrate the construction and operation of a helical conveyor and its working efficiency, and to relate the estimated efficiency with the effective one. For that, a sequence of mathematical formulas is displayed to obtain the estimated values and their resolution. Finally, we present the use of quick transport efficiency tables and compare them with the results obtained, thus indicating whether they can be used as a reference in identifying the efficiency of a Helical Conveyor.

Keywords: Archimedes screw. Efficiency. Helical Conveyor.

Introdução

O transportador de rosca helicoidal é um mecanismo bastante antigo, proposto pelo próprio Arquimedes (287-212 a.C.), utilizado como dispositivo para transportar diversos tipos de materiais de um nível para outro, ou mesmo horizontalmente. Consiste em uma rosca giratória, embutida em uma carcaça, que movimenta o material por arraste ao longo desta (MILMAN, 2002, p. 105). Uma de suas extremidades é alimentada, total ou parcialmente, com o material a ser transportado, e a outra possui a abertura de saída do material movido ao longo do eixo.

Embora existam outros mecanismos de transporte (MILMAN, 2002), o transportador helicoidal ainda possui aplicação moderna e eficaz em vários campos da Engenharia, sendo seus princípios amplamente usados em fundações de edifícios, geração de energia elétrica, agroindústria e indústria de implementos agrícolas, indústria química, entre outros. Nesse contexto, o aspecto crucial para a escolha de um equipamento de movimentação está relacionado com a sua eficiência.

¹ Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIASSELVI – Rodovia BR 470 – Km 71 – nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br

Tal análise não pode ser feita apenas em termos de vazão do material transportado, mas deve levar em consideração a qualidade do material após a operação, a relação entre custo e energia do material transportado e a influência que o transportador ou o fenômeno do transporte exerce sobre o meio ambiente.

Um transportador helicoidal, como seu próprio nome indica, tem a função primária de transportar materiais em seu interior. Contudo, além disso, ele pode ser adaptado para outras funções, como separação de partículas, misturador de materiais e secagem do material.

O foco desta pesquisa será o transportador helicoidal para transporte de granéis sólidos, relacionado ao tema eficiência.

Portanto, a primeira etapa do relatório apresenta o projeto e a construção de um transportador helicoidal (parafuso de Arquimedes ou Trua) de pequena proporção, para fins didáticos, que possa ser reproduzido em ambiente acadêmico e usado para demonstrações. As definições e o parâmetro de construção não levaram em conta variações construtivas, pois estas implicariam em geometrias diferentes nos componentes; desse modo, apenas variações com respeito a materiais movimentados e inclinação do transporte serão objetos de estudo.

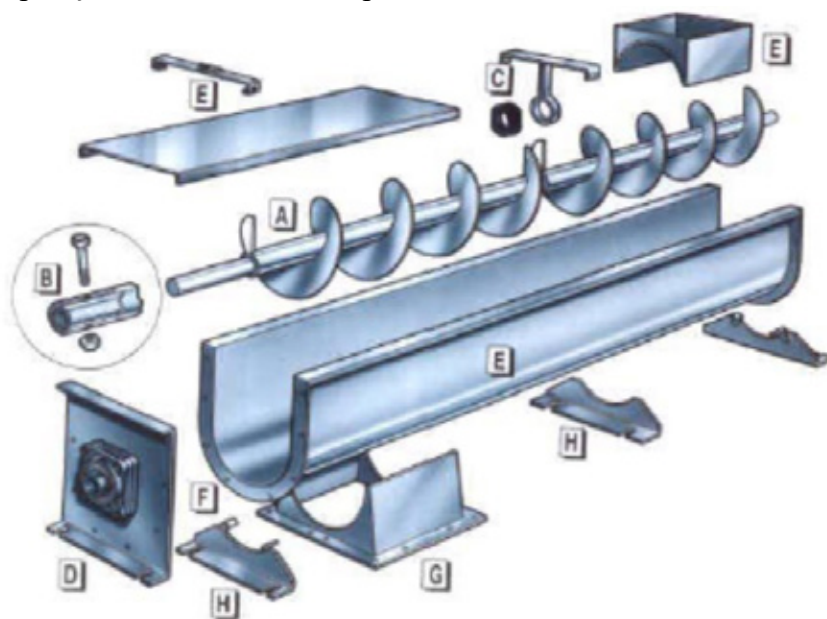
Posteriormente, uma comparação entre os resultados obtidos por meio da aplicação de equações e o simples enquadramento em classes de enchimento, baseados em tabelas de consulta rápida, servirá para a confirmação da autenticidade dessas tabelas, como fontes de referência na escolha de transportadores ou para a determinação das suas características.

Fundamentação teórica

O projeto de um transportador helicoidal depende de inúmeros fatores que precisam ser definidos antes de sua escolha e elaboração. Norton (2013, p. 30) destaca que o objetivo final do projeto de máquinas é dimensionar e dar forma às peças (elementos de máquinas), e escolher os materiais e os processos de manufatura apropriados, de modo que a máquina resultante possa desempenhar a função desejada sem falhas.

A Figura 1 demonstra o transportador helicoidal e seus componentes de forma geral.

Figura 1. Composição básica de um transportador helicoidal.



Fonte: Os autores (2020).

A escolha do tipo de material a ser transportado teve como base a Tabela 1, proposta na disciplina de Transporte Mecânico, que estuda a movimentação e a armazenagem de materiais, do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Tabela 1. Característica dos materiais.

	Características do material	Classe
Tamanho	Muito fino – menos de 100 mesh	A
	Fino – de 100 mesh a 1/8 in	B
	Granulado – 1/8 in a 1/2 in	C
	Fragmentado – com partículas > 1/2 in	D
	Irregular – fibroso, encordado	H
Fluidez	Muito solto – ângulo de repouso até 30°	1
	Solto – ângulo de repouso entre 30° e 45°	2
	Peguento – ângulo de repouso > 45°	3
Abrasividade	Não abrasivo	6
	Ligeiramente abrasivo	7
	Muito abrasivo	8
Características especiais	Contaminável, alterando-se uso ou valor	K
	Higroscópico	L
	Muito abrasivo	N
	Fracamente corrosivo	P
	Expele poeira ou fumo insalubre	R
	Contém poeira explosiva	S
	Degradável, alterando-se uso ou valor	T
	Muito leve e penuginoso	W
	Enovela-se ou acama-se, resistindo à separação	X
	Aera-se e fica fluido, solto	Y
	Aglomera-se sob pressão	Z

Fonte: Adaptada de <<https://bit.ly/39Qb2BR>>. Acesso em: 6 abr. 2019.

Essa tabela proporciona uma classificação para os granéis, levando em consideração características relevantes para o seu processo de movimentação, que influenciam tanto na escolha de materiais de fabricação do transportador (por exemplo, abrasividade) quanto no desempenho final. Dessa forma, a classificação do material particulado escolhido é apresentada na Figura 2, que indica a margem de aproveitamento de carga por pá em relação ao material movido.

Figura 2. Capacidade e condições de carga dos transportadores helicoidais.

Classe do Material	Diâmetro do Helicóide (in)	Tamanho Máximo dos fragmentos (in)		Capacidade (m³/h)		Área Ocupada (%)
		25% dos Fragmentos	100% dos Fragmentos	À 1 rpm	À Rotação Máxima	
A, B, C, D e H 16, 26, 36	6	¾	¾	0,064	10,6	45%
	9	1 ¼	¾	0,227	34,0	
	12	2	1	0,547	76,5	
	14	2 ¼	1 ¼	0,872	113	
	16	3	1 ¼	1,32	159	
	18	3	2	1,87	215	
	20	3 ¼	2	2,69	283	
A, B, C, D e H 17, 27, 37	6	¾	¾	0,042	2,12	30%
	9	1 ¼	¾	0,159	7,93	
	12	2	1	0,377	18,8	
	14	2 ¼	1 ¼	0,597	29,9	
	16	3	1 ¼	0,889	44,5	
	18	3	2	1,29	64,3	
	20	3 ¼	2	1,76	87,9	
A, B, C, D e H 18, 28, 38	6	¾	¾	0,021	0,708	15%
	9	1 ¼	¾	0,079	2,55	
	12	2	1	0,190	5,66	
	14	2 ¼	1 ¼	0,297	8,50	
	16	3	1 ¼	0,445	12,0	
	18	3	2	0,643	16,7	
	20	3 ¼	2	0,881	22,1	

Fonte: <<https://bit.ly/3bXCnVm>>. Acesso em: 6 abr. 2019.

As informações obtidas pela aplicação das tabelas anteriores tornam-se mais precisas à medida que são complementadas com cálculo de fórmulas específicas sobre o assunto. Esse complemento matemático da etapa de projeto relaciona-se, principalmente, com o dimensionamento dos componentes da Trua, e as tabelas são a base para uma caracterização rápida das informações de enchimento.

Embora a Norma DIN 15261/1986 aborde o assunto dos transportadores tipo “parafuso de Arquimedes”, foi na proposta de Milman (2002) que se obteve acervo de fórmulas para calcular as dimensões do nosso transportador helicoidal e as capacidades envolvidas no projeto.

Materiais e métodos

O projeto do equipamento foi realizado em software de CAD®, considerando como referência um tubo comercial de PVC com diâmetro de 100 mm. As dimensões principais, como diâmetro da helicóide (98 mm) e passo entre as pás (100 mm), bem como comprimento total do equipamento (500 mm), foram definidas de forma aleatória. Utilizando essas dimensões como referência para os demais cálculos, como valor para RPM e vazão de material, e as equações que descritas na seção do memorial de cálculo, o projeto foi ajustado. Entretanto, a carcaça foi o ponto de partida do projeto, devendo os demais componentes estarem dimensionados em função de suas medidas nominais.

Construção

O experimento visou ao uso de materiais de fácil aquisição, com o objetivo de poder ser replicado facilmente. Foram utilizados:

- Tubo comercial de PVC com diâmetro de 100 mm.
- Madeira (ripas recicladas na espessura de 5 mm).
- Madeira para os mancais e fechamento.
- Rolamento 6002 (15 x 32 x 9 mm).
- Perfil de alumínio com diâmetro externo de 15 mm.
- Cola plástica para acabamento da rosca.
- Peça de polioximetileno (poliacetal) para a confecção das polias de acionamento.
- Correia termo soldável de 4 mm.
- Cola instantânea.
- Serra de ferro.
- Broca de 15 mm.
- Compasso, réguas e marcador de peça.
- Lixa.
- Motor elétrico com potência de 20 Watts.
- Fonte elétrica 24 Volts.
- Garrafas PET recicladas.
- Cronômetro.
- Balança.

O projeto do transportador helicoidal iniciou com a análise de questões básicas, que definiriam o tipo de equipamento a ser construído, de acordo com o tema proposto de Parafuso de Arquimedes. Assim, as questões básicas levantadas foram:

- Quais são os recursos disponíveis e o tipo mais adequado de equipamento a ser montado? Por tratar-se de uma proposta acadêmica, uma das limitações eram os materiais de trabalho, que deveriam ser de fácil manufatura e com uso de ferramentas manuais. Assim, escolhemos trabalhar com tubo comercial de PVC, madeira e polímeros plásticos, além de uma dimensão reduzida dos componentes. Essa primeira definição ainda não foi suficiente para determinar o tipo de transportador que seria construído. O material a ser transportado seria determinante para isso. Devido à fluidez dos líquidos em geral, os materiais propostos não ofereceriam um bom resultado construtivo.
- Qual é o material a ser movido? Líquidos demandam materiais construtivos impermeáveis, que não sofrem deformação quando encharcados. Assim, a escolha mais indicada seria um material sólido, granular, pouco abrasivo e de bom escoamento (fluidez). Essas características garantiriam a integridade do equipamento desejado, o que nos levou a escolha dos seguintes materiais: feijão, milho e PVC granular.

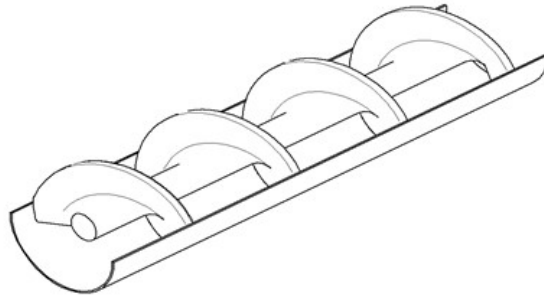
De acordo com a Tabela 1, o material escolhido tinha as seguintes características:

- Tamanho – granular (entre 1/8 e 1/2 polegada): **C**.
- Escoamento (fluidez) – muito fácil (ângulo de repouso menor que 19°): **1**.
- Abrasividade – não abrasivo: **6**.
- Características especiais – contaminável (o que pode afetar seu uso): **K**.

Classificação: C16K

Conhecendo as características determinantes do projeto, foi possível a elaboração de um esboço que permitisse avaliar sua viabilidade construtiva e, posteriormente, fazer os devidos cálculos referentes a sua eficiência (Figura 3). Esse esboço também foi elaborado em software de CAD® e era apenas uma referência para o projeto final, levando em conta os dois principais elementos: a carcaça e a hélice.

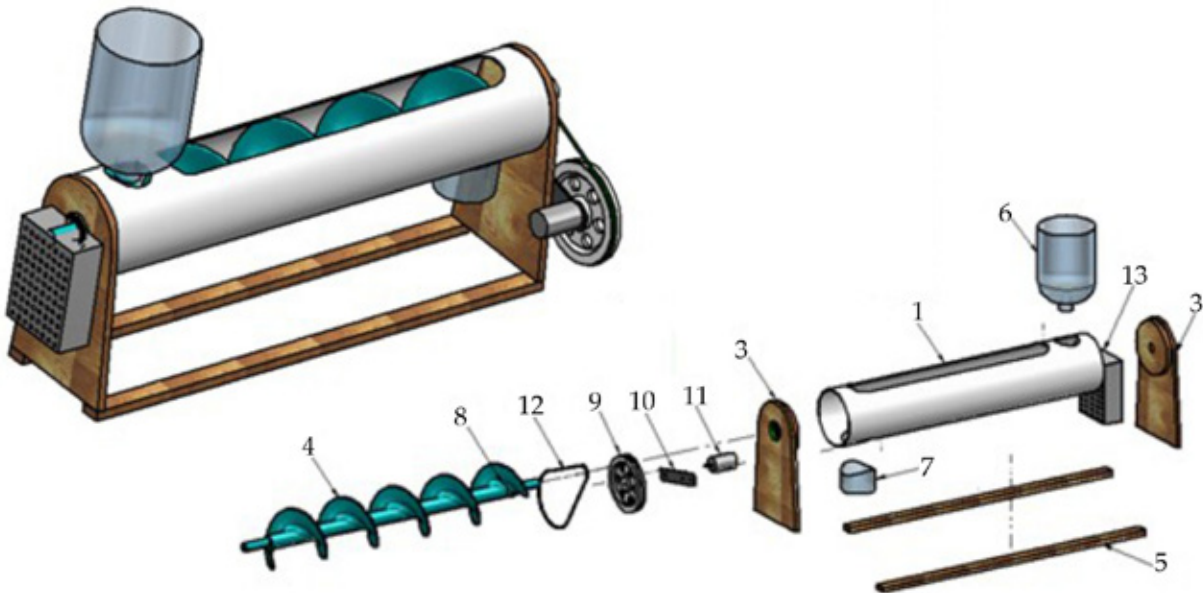
Figura 3. Esboço inicial.



Fonte: Os autores (2020).

A partir desse esboço, e considerando os elementos indicados na Figura 1, elaboramos o projeto final do transportador helicoidal (Figura 4), o qual é composto pelos itens da lista de materiais contidos na Tabela 2.

Figura 4. Componentes do transportador helicoidal.



Fonte: Os autores (2020).

Tabela 2. Lista de componentes do transportador helicoidal.

Número do item	Nome do arquivo (sem extensão)	Quantidade
1	Tubo PVC Ø100x520	1
3	Mancal Inf	2
4	Helicoide Ø100x500	1
5	Base 536x20x10	2
6	Funil 1 – Garrafa PET	1
7	Funil 2 – Garrafa PET	1
8	Polia Menor Ø25x15	1
9	Polia Maior Ø100x12	1
10	Suporte Motor 110x22	1
11	Motor DC	1
12	Correia de Borracha Ø4x438	1
13	Fonte 24V	1
14*	Bearing 6202	2

Fonte: Os autores (2020).

Para a definição das dimensões dos componentes, usamos como base de referência a carcaça elaborada em um tubo comercial de PVC com diâmetro de 100 mm.

Sua construção pode ser observada nas Figuras 3 e 4. O tubo de PVC tem a função de “calha” de transporte e, na posição inicial, foi incluído o bocal de entrada e, na final, o bocal de saída do material movido, a fim de evitar perdas e propiciar uma coleta de dados mais precisa em relação ao material movido. Além disso, foi feita, de maneira aleatória, uma abertura longitudinal para observação e limpeza. As dimensões de execução dessa carcaça estão no Apêndice A.

A rosca transportadora foi concebida para se alojar internamente nesse tubo comercial. Podemos observar as dimensões da rosca transportadora no Apêndice B.

Sua construção demandou bastante tempo. A rosca foi montada sob um perfil de alumínio, com diâmetro externo de 15 mm, com o intuito de obter um eixo uniforme para sobreposição das partes de montagem da rosca (Figura 5).

Figura 5. Montagem da rosca transportadora.



Fonte: Os autores (2020).

Foi construída pela sobreposição de uma série de pequenas placas, com espessura de 5 mm e largura de 30 (Figura 6), fazendo entre si um ângulo de 18 graus, ou seja, cada pastilha era posicionada no eixo de simetria da subsequente.

As tampas de fechamento da carcaça exercem, concomitantemente, a função de fechamento e de mancal de giro do eixo da rosca transportadora (Apêndices C e D). Possuem um furo central para encaixe do rolamento e para projeção do perfil de alumínio, funcionando como mancais para o giro da hélice. Foram dimensionadas para encaixarem no tubo de PVC, recortadas e lixadas (Figura 5).

Figura 6. Tampas de fechamento da carcaça e tubo de PVC.



Fonte: Os autores (2020).

Por fim, a montagem do conjunto se deu conforme o projeto. Não houve necessidade de fixação definitiva dos mancais, que encaixaram com a pressão manual no tubo de PVC. Ademais, a facilidade de desmontagem favorece uma possível troca dos elementos de giro por outros com variações dimensionais, bem como a limpeza do conjunto.

Para sua conclusão, optou-se por usar um pequeno motor, com redutor de velocidade, mas que permitisse velocidade constante para os testes. Fizemos sua montagem, alimentado por uma fonte elétrica de 24 Volts.

Como mencionado no início deste artigo, o objetivo primário é buscar, pela aplicação das fórmulas matemáticas, a comprovação dos valores indicados nas tabelas e verificar, por meio da alteração de algumas variáveis, qual seria o resultado obtido. Assim, após a montagem e o dimensionamento do conjunto, foram aplicadas as fórmulas, observando se os resultados práticos são compatíveis com uma aproximação estimada.

Memorial de cálculo

- Vazão:

$$Q = 3600 \times \gamma \times \lambda \times K \times \left(\frac{\pi \times D^2}{4} \right) \times \left(\frac{t \times N}{60} \right)$$

$$47 \times \gamma \times \lambda \times K \times D^2 \times t \times N$$

$$D^2 = \frac{Q}{47 \times \gamma \times \lambda \times K \times D^2 \times t \times N}$$

Em que: D = diâmetro da helicóide; Q = capacidade de transporte da rosca; γ = fator de correção do volume ocupado; λ = peso específico do material; t = passo do helicóide em metros; K = fator de correção do ângulo de inclinação do TH; N = rotação da rosca em RPM.

Tabela 3. Fator de correção de volume, de acordo com o material transportado.

Material transportado	Pesados e abrasivos	Pesados e pouco abrasivos	Leves e pouco abrasivos	Leves e não abrasivos
γ	0,125	0,250	0,350	0,400

Fonte: Os autores (2020).

Tabela 4. Fator de correção de acordo com o ângulo de inclinação do transportador.

β	0°	5°	10°	15°	20°
K	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6

Fonte: Os autores (2020).

- Número de hélices na rosca:

$$H = \frac{L}{t}$$

Em que: L = comprimento do TH = 0,5 m; t = passo do helicóide = 0,1 m.

- Área ocupada pelo material:

$$S = \frac{\gamma \times \pi \times D^2}{4}$$

$$S = \left(\frac{\pi \times C \times D^2}{4} \right)$$

$$Q = 47 \times \alpha \times \gamma \times t \times D^2 \times N$$

Em que: S = área ocupada; γ = peso específico do material = 0,9 t/m³; D = diâmetro da helicóide; Q = capacidade de transporte da rosca em t/h; t = passo do helicóide em metros; N = rotação da rosca em RPM; α = coeficiente de enchimento variável com peso específico do grão.

Tabela 5. Passo da hélice de acordo com o material transportado.

Material transportado	Não abrasivos	Pouco abrasivos	Abrasivos	Muito abrasivos
t	D	0,5 D	0,7 D	0,5 D

Fonte: Os autores (2020).

- Velocidade de deslocamento do material movido:

$$V = \frac{t \times N}{60}$$

Em que: t = Passo do helicóide em metros; N = Rotação da rosca em RPM; $0,2 \leq V \leq 0,4$ – condição de trabalho; se V for maior que 0,4 m/s, diminuir N; se V for menor que 0,2 m/s, aumentar N.

- Potência requerida:

$$W = C_0 \times \frac{Q \times L}{367}$$

Sendo: Q (t/h); C₀ (adimensional) e L(m).

Tabela 6. Coeficiente de resistência do material (C₀).

Pós granulosos	→	→	Pedaços
1,2	1,6	2,5	4,0

Fonte: Os autores (2020).

Resultados e discussão

Dividimos essa etapa em duas partes, primeiramente levantando as propriedades dos materiais e coeficientes de cálculo e as tabelas, e, no segundo momento, executamos, de forma prática, a movimentação dos materiais escolhidos, coletando, então, os resultados obtidos (Tabela 7).

Tabela 7. Propriedades e coeficientes dos materiais.

Material transportado	λ = peso específico	γ = fator de correção do volume ocupado	Código do material	K = Ângulo de inclinação
Feijão	0,8 t/m ³	0,4	C25	1
Milho	0,9 t/m ³	0,4	C35N	1
PVC granular	0,5 t/m ³	0,4	?	1

Variável	Dimensão
D	0,1 m
t	0,1 m
RPM	150
L	0,5 m

Fonte: Os autores (2020).

- Vazão – determinação da capacidade de carga:

$$Q = 3600 \times \gamma \times \lambda \times K \times \left(\frac{\pi \times D^2}{4} \right) \times \left(\frac{t \times N}{60} \right)$$

a) $Q = 3600 \times 0,4 \times 0,8 \times 1 \times \left(\frac{\pi \times 0,1 \text{ m}^2}{4} \right) \times \left(\frac{0,1 \text{ m} \times 150}{60 \text{ s}} \right)$

$$b) Q = 3600 \times 0,4 \times 0,9 \times 1 \times \left(\frac{\pi \times 0,1 m^2}{4}\right) \times \left(\frac{0,1 m \times 150}{60 s}\right)$$

$$c) Q = 3600 \times 0,4 \times 0,5 \times 1 \times \left(\frac{\pi \times 0,1 m^2}{4}\right) \times \left(\frac{0,1 m \times 150}{60 s}\right)$$

- Número de hélices na rosca:

$$H = \frac{L}{t} H = \frac{0,5 m}{0,1 m} \Rightarrow 5$$

- Área ocupada pelo material:

$$S = \frac{\gamma \times \pi \times D^2}{4}$$

$$a) S = 0,4 \times \left(\frac{\pi \times 0,1 m^2}{4}\right)$$

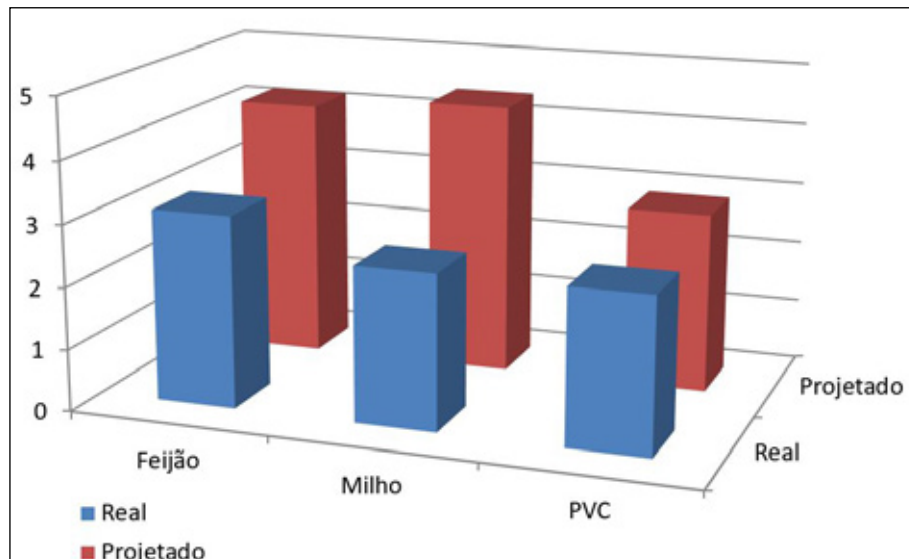
$$b) S = 0,4 \times \left(\frac{\pi \times 0,1 m^2}{4}\right)$$

$$c) S = 0,4 \times \left(\frac{\pi \times 0,1 m^2}{4}\right)$$

- Velocidade de deslocamento do material movido:

$$V = \frac{t \times N}{60} V = \frac{0,1 m \times 150}{60 s} \Rightarrow 0,25 m/s$$

Gráfico 1. Comparação entre resultados projetados e reais.



Fonte: Os autores (2020).

Conclusão

Este trabalho apresentou a construção de um transportador helicoidal de rosca simples, para transporte de granéis, com fins didáticos, registrando detalhadamente a sua forma de construção. Exibimos uma sequência de cálculos usados para determinar as características dimensionais e de eficiência. Os resultados obtidos e demonstrados na prática, por meio do funcionamento do transportador, indicam um desvio de 8% em relação ao que foi previsto em projeto. Diante dos resultados de três ensaios, podemos considerar que a previsão, calculada antecipadamente, na etapa de projeto, é bastante confiável.

O aspecto mais relevante observado ao comparar os resultados previstos com os práticos refere-se ao uso da tabela de capacidade de carga (Figura 2), como indicativo para determinar sua eficiência. Como os resultados previstos em projeto são harmônicos com os valores propostos nessa tabela, parece prático considerá-la uma estimativa confiável em estudos e esboços do projeto.

Contudo, ressaltamos que se trata de um valor estimado e que não substitui o memorial de cálculo como fonte confiável de dimensionamento do projeto.

Referências

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**. Informação e documentação – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.
- BRASIL, H. V. **Máquinas de Levantamento**. Rio de Janeiro: Guanabara; 1988.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson; 2006.
- DENADAI, J. **Apostila de Operações Unitárias I**: Introdução ao transporte de Materiais. São Paulo: Escola Técnica Tiquatira; 2013.
- DORES, C. V. **Uma Breve História do Conhecimento**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra; 2012.
- FERREIRA, G. **Redação científica**: como entender e escrever com facilidade. v. 5. São Paulo: Atlas; 2011.
- GEHRKE, G. A. **Revestimento de roscas helicoidais agrícolas a base de CRC depositado via HVOF posteriormente irradiadas com laser de Nd YAG e de CO₂**. 2017, 65f. TCC (Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2017.
- MÜLLER, A. J. (Org.). **Metodologia Científica**. Indaial: UNIASSELVI; 2013.
- MILMAN, M. J. **Equipamentos para pré-processamento de grãos**. Pelotas: Editora Universitária/UFPel; 2002.
- OCHOA, S. L. A. **Avaliação do índice de quebra de grãos em transportadores agrícolas**. 2011, 48f. TCC (engenharia Mecânica) – Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi, 2011.

PEREIRA, M. F. **Operações Unitárias II** – Sólidos Particulados 3: transporte de sólidos particulados – armazenamento de sólidos particulados. Disponível em: <https://docplayer.com.br/18120598-Operacoes-unitarias-1i-solidos-particulados-3-transporte-de-solidos-particulados-armazenamento-de-solidos-particulados.html>. Acesso em: 29 dez. 2020.

PEROVANO, D. G. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. Curitiba: Intersaberes; 2016.

PIRES, C. S.; LIMA, R. P. O parafuso de Arquimedes. 2016, 19f. Dissertação (engenharia de Produção) – Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI, 2016.

ROSA, C. A. P. **História da ciência**: da antiguidade ao renascimento científico. v. 1. 2. ed. Brasília: FUNAG; 2012.

SANTOS, S. F. A. *et al.* Propriedades físicas de grãos de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris*). In: VII CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE PÓS-COLHEITA, 7, 2018, Londrina. **Anais** [...] Londrina: Abrapos, 2018. p. 1-5. Disponível em: http://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/910_20181103_03-10-55_904.pdf. Acesso em: 29 dez. 2020.

SILVA, R. G. **Transporte de fluidos**. São Carlos: EdUFSCar; 2010.

SILVA, S. J. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil; 2000.

TRANSPORTADORES Contínuos para Granéis Sólidos. **Apostila**. Departamento de Engenharia Mecânica. Salvador: Universidade Federal da Bahia, c2012. Disponível em: <http://www.transportedegraneis.ufba.br/>. Acesso em: 29 dez. 2020.

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE SUPERFÍCIES DE FILMES FINO DE NiO POR MICROSCOPIA ÓPTICA

Morphological characterization of surfaces of NiO thin films by optical microscopy

Emerson Trajano Bernardo da Silva¹
Haandrey Henrique Barbosa da Silva¹
Murilo Antonio Gomes Nogueira¹
Paulo Vitor Silva de Lima¹
Erivaldo Laurindo Gomes¹

Resumo: Neste trabalho, foram depositados filmes finos de óxido de níquel sobre substratos de vidro através da técnica de spray pirólise. O sistema foi confeccionado nas dependências do laboratório de ciências da Escola Estadual Desembargador Silvério Soares e consiste em dois componentes: uma chapa térmica e um borrifador manual. O objetivo é verificar o uso da microscopia óptica na avaliação dos parâmetros de deposição. Após a deposição, os filmes passaram pelo teste de aderência para verificar a deposição do material na superfície do substrato e, em seguida, analisados por microscopia óptica. Os filmes apresentam uma superfície heterogênea e rugosa decorrente da temperatura de deposição empregada sendo de 100 °C. Isso dificulta a evaporação do solvente no spray e reduz a mobilidade das espécies químicas durante o processo de crescimento do filme, resultando em grãos coalescidos e fundidos. Para completar o crescimento do filme e obter uma superfície densa e lisa, sugere-se o uso de tratamentos térmicos após a deposição.

Palavras-chave: Filmes finos. Microscopia óptica. Spray pirólise.

Abstract: In this work, thin films of nickel oxide were deposited on glass substrates by the spray pyrolysis technique. The system was made on the premises of the science laboratory of the Escola Estadual Desembargador Silvério Soares and consists of two components: a thermal plate and a mutifier manual. The objective is to verify the use of optical microscopy in the evaluation of deposition parameters. After deposition, the films passed the adhesion test to verify the deposition of material on the surface of the substrate and then analyzed by optical microscopy. The films have a heterogeneous and rough surface due to the composition temperature employed being 100 °C. This hinders the evaporation of solvent without spray and reduces the mobility of chemical species during the process of film growth, resulting in coalesced and fused grains. To complete the growth of the film and obtain a smooth and smooth surface, it suggests the use of thermal filters after deposition.

Keywords: Thin films. Optical microscopy. Spray pyrolysis.

Introdução

O crescente avanço tecnológico na produção de eletrônicos tem como uma de suas principais características a miniaturização dos tamanhos que facilite o transporte e manuseio, bem como acúmulo de funções em um único dispositivo. Isso serviu de estímulo para que centros de pesquisa e a própria indústria investissem na obtenção de materiais que atendessem a esses requisitos, dentre os quais se destacam os filmes finos (LIMA, 2015).

Um filme fino, por definição, é toda camada de material cuja espessura é da ordem de algumas centenas de nanômetros (RIBEIRO, 2019). Essa redução em uma de suas dimensões, por exemplo, diminui os livres caminhos médios que um elétron percorre na estrutura, favorecendo um aumento na condutividade elétrica do material e também no arranjo molecular alterando as propriedades ópticas (LIMA, 2015).

¹ Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIASSELVI – Rodovia BR 470 – Km 71 – nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br.

Na maioria dos casos (SVENSSON; PEARTON, 2013), os filmes finos são crescidos de materiais semicondutores, que associados às técnicas de deposição específica facilitam o controle da alteração de propriedades e permite uma aplicação bem extensa e variada como em: armazenamento magnético, revestimentos anticorrosivos, LEDs, sensores, baterias, células fotovoltaicas e entre outras (PEREDNIS, 2003).

Justificativa

Como as propriedades de um filme fino estão diretamente relacionadas às técnicas de deposição empregadas, há dois conjuntos de métodos que se relacionam às técnicas: o **método físico**, no qual o material é transportado em direção a um substrato para crescimento do filme como a deposição física de vapor (PVD), ablação a laser, epitaxia de feixe molecular e *sputtering* (OHRING, 1992) e o **método químico**, no qual os filmes são crescidos a partir de uma decomposição química de um material depositado sobre um substrato, neste método, estão incluídas as técnicas por deposição de vapor e técnicas com soluções precursoras, tais como spray pirólise, sol-gel e revestimento por rotação e por imersão (PEREDNIS, 2003).

Desenvolvido no âmbito da Feira de Ciências da Escola Estadual Desembargador Silvério Soares, este trabalho optou pela aplicação da técnica de deposição filmes por spray pirólise para o crescimento de filmes de óxido de níquel. Os filmes de NiO despertaram o interesse da indústria há algumas décadas, por ser um semicondutor, a existência de um *gap* de energia o torna um material transparente em pequenas espessuras podendo ser utilizado na fabricação de telas capacitivas, além disso, a proporção entre níquel e oxigênio na estrutura garante uma estabilidade química servindo como agente anticorrosivo nos setores industriais (UKOBA; ELOKA-EBOKA; INAMBAO, 2018).

Devido a sua simplicidade e o crescente uso em setores de pesquisa e indústrias, pois a Spray pirólise pode ser utilizada para revestimento de superfícies, bem como na produção de pó e nanoestruturas (PEREDNIS, 2003). A deposição por spray pirólise pode ser empregada mediante o uso de um sistema dividido em duas partes: o atomizador e a chapa térmica. O atomizador é responsável pela geração do spray e seu direcionamento e classifica-se em três tipos: jato de ar, ultrassônico e eletrostático (PEREDNIS, 2003). Depois do spray produzido, o processo de crescimento do filme ocorre na superfície de uma chapa térmica. Toda a deposição é controlada pela quantidade de temperatura que permita a evaporação do spray e a sua decomposição química (LIMA, 2015).

Para a geração do spray, faz-se uso de uma solução precursora, geralmente uma mistura salina homogênea que fornece o material químico para composição do filme (PEREDNIS, 2003). No crescimento de filmes de óxido de níquel, os sais mais empregados são os cloretos e nitratos que, durante a decomposição, garantem a proporção entre 1:1 entre níquel e oxigênio (LIMA, 2015). Contudo, os resíduos de cloro presentes na estrutura dos filmes são muito corrosivos resultando em defeitos morfológicos, enquanto os nitratos apresentam uma maior toxicidade ao ambiente de deposição (PEREDNIS, 2003).

Este trabalho tem por objetivo confeccionar um sistema de deposição por spray pirólise de filmes finos e avaliar os parâmetros empregados por meio de microscopia óptica da morfologia dos filmes.

Metodologia

A primeira etapa para deposição de filmes de óxido de níquel por spray pirólise é o preparo da solução precursora que será utilizada para geração do spray e deve fornecer o material químico para o crescimento do filme. Neste experimento, a solução era composta de nitrato de níquel hexahidratado e água destilada com uma concentração de 0,2 mol/L (PEREDNIS, 2003).

Em seguida, a solução foi inserida no sistema de deposição composto de três elementos: um borrifador de plástico para armazenar e atomizar a solução precursora, uma lâmina de microscopia como substrato para crescimento do filme e uma chapa térmica revestida com papel alumínio para proteger e evitar contaminação da peça.

Após a confecção do sistema, o substrato foi posicionado no centro da chapa térmica e os parâmetros estabelecidos foram: temperatura de deposição em 100 °C; altura de deposição, ou seja, a distância do atomizador ao substrato aquecido, de 20 cm; uma inclinação de do atomizador em 10° em relação à vertical para compensar a força de arraste de correntes convectivas oriundas do aquecimento da chapa térmica; finalmente, um volume de 3 ml depositado durante 50 min borrifando-se o atomizador manualmente.

Encerrando-se a deposição dos filmes, eles eram removidos após a chapa resfriar completamente. Os filmes passaram pelo teste de aderência lavando-se à superfície com água destilada para verificar se houve a incidência de partículas de pó sobre o material.

Resultados e discussões

A deposição por spray pirólise forneceu dois materiais: o filme de NiO depositado e crescido na superfície do substrato e também a formação de pó e de resíduos que não foram completamente decompostos. Com o teste de aderência, permaneceu apenas no substrato a camada do filme, um sólido fino e de coloração acinzentada (Figura 1). Isto indica que a proporção estequiométrica de níquel e oxigênio na estrutura do filme manteve-se aproximadamente 1:1 (LIMA, 2015).

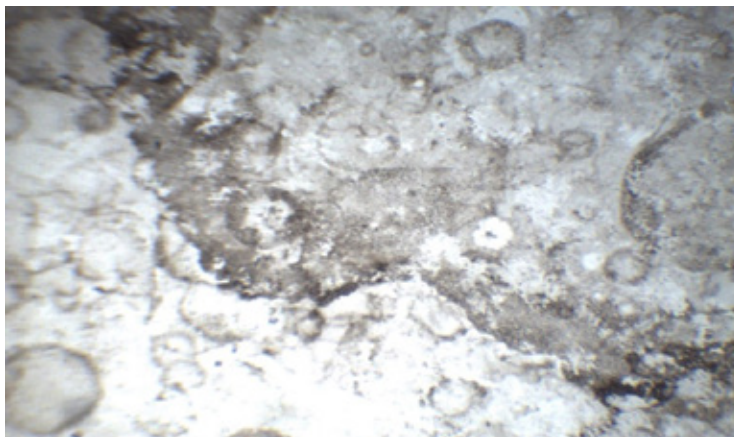
Figura 1. Filme de NiO após o teste de aderência.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Para a primeira imagem de microscopia, uma ampliação de 4x (Figura 2), percebe-se que a morfologia do filme é composta por uma superfície heterogênea decorrente da concentração de material depositado em uma região. Também pode-se ver a presença de marcas das gotículas do spray na superfície do filme. Dessa forma, a gotícula não evaporou todo o solvente antes de atingir o substrato e acarretando na deposição incompleta do soluto cujo produto foi removido durante o teste de aderência (PEREDNIS, 2005). A temperatura de deposição empregada encontra-se abaixo do valor registrado de 350 °C para o crescimento de filmes de NiO por spray pirólise (PATIL; KADAM, 2002)

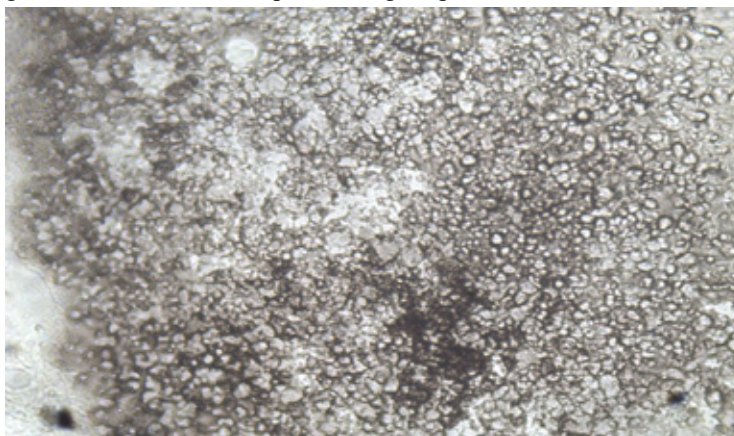
Figura 2. Imagem de microscopia ótica com ampliação 4x para filme de NiO.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Ampliando-se a resolução em 40x (Figura 3), pode-se entender a distribuição e formatos dos grãos do filme.

Figura 3. Imagem de grãos coalescidos e de superfície rugosa para os filmes de NiO.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Na Figura 3, percebe-se o que os grãos do filme se distribuem sobre a superfície de forma irregular. Isso significa que o estágio de coalescência do grão, aquele que formaria uma superfície homogênea, densa e lisa, não foi atingido completamente (PEREDNIS, 2005). Pelo que indica a imagem, há uma quantidade de solvente da solução precursora que atinge o substrato e que, durante sua ebulição, arrasta o soluto e interferindo na sua mobilidade. Nas regiões mais concentradas de grãos coalescidos, não há contorno nem tamanhos definidos, o que aponta para uma topografia rugosa (DESAI, 2016).

Os ajustes para corrigir os defeitos morfológicos são operados melhorando-se a temperatura de deposição, pois seus efeitos influenciam no funcionamento dos demais parâmetros. Como a chapa térmica encontra-se limitada a uma temperatura máxima de 100 °C, uma solução apontada seria o uso de tratamentos térmicos após a deposição do filme fornecendo-se energia para que estágios incompletos e defeitos morfológicos sejam corrigidos (SCHACKELFORD, 2008).

Considerações finais

Os filmes de óxido de níquel foram depositados a partir de um simples sistema de spray pirólise nas dependências da escola, mostrando que a técnica tem a capacidade de ser empregada em ambientes variados. Para o sistema confeccionado, o importante é garantir uma fonte térmica que possa servir como fonte de energia para decomposição química do spray e obter o filme.

A partir de imagens de microscopia óptica, os filmes possuem aspectos já encontrados na literatura, como a rugosidade. Contudo, faz-se necessário o emprego de técnicas mais avançadas que permitam estudar e identificar as características estruturais desses materiais. Só assim é possível avaliar o potencial para uso em dispositivos tecnológicos.

Referências

- DESAI, J. D. Nickel oxide thin films by spray pyrolysis. **Journal of Materials Science: Materials in Electronics**, v. 27, p. 12329-12334, 2016.
- LIMA, P. V. S. de. **Efeito do agente precursor na transparência de filmes nanoestruturados de NiO**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2015.
- OHRING, M. **The materials Science of thin films**. San Diego: Academic Press, 1992.
- PATIL, P. S.; KADAM; L. D. Preparation and characterization of spray pyrolyzed nickel oxide (NiO) thin films. **Applied Surface Science**, v. 199, p. 211-221, 2002.
- PEREDNIS, D. **Thin Film Deposition by Spray Pyrolysis and the Application in Solid oxide Fuel Cells**. Zurique: Swiss Federal Institute of Technology Zurich, 2003.
- RIBEIRO, T. C. **Síntese e caracterização de filmes finos e nanoestruturas de SnS**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2019.
- SVENSSON, B. G.; PEARTON, S. J. **Oxide Semiconductors**. San Diego: Elsevier, 2013.
- UKOBA, K. O.; ELOKA-EBOKA, A. C.; INAMBAO, F. L. **Review of nanostructured NiO thin film deposition using the spray pyrolysis technique**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 82, p. 2900-2925, 2018.
- SCHACKELFORD, J. F. **Ciência dos Materiais**. 6. ed. São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2008.

DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS A PARTIR DO COMPOSTO FORMADO PELA FIBRA DA PALMEIRA-REAL, CERA DE ABELHAS E MUCILAGEM DE CIANOBACTÉRIAS DE SOLO

Development of biodegradable packaging from the compound formed by the fiber of palmeira real, bees wax and mucilage of soil cyanbacteria

Natália Possamai¹

Kleber Renan de Souza Santos¹

Resumo: O crescimento e os avanços industriais alavancaram a criação de produtos derivados do petróleo, como as sacolas plásticas, feitas de polietileno. A produção desenfreada e destinação incorreta desses materiais vêm trazendo grandes problemas ambientais, fato que desperta a busca por novos métodos sustentáveis e produtos biodegradáveis. No Brasil, o cultivo da palmeira real australiana (*Archontophoenix alexandrae*) tem grande importância econômica e social tanto pelo uso ornamental quanto para extração do palmito. Suas bainhas são fibrosas e não são utilizadas no processamento do palmito, gerando toneladas de resíduos, muitas vezes sendo dispostos diretamente no meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um composto biodegradável a partir da liga da fibra da palmeira real australiana, cera de abelha e mucilagem de cianobactérias de solo, avaliando sua biodegradabilidade e a viabilidade em substituir o plástico por embalagens sustentáveis. Os resultados obtidos nos experimentos demonstram que a fibra da palmeira real australiana tem potencial para ser utilizada como principal composto para produção de embalagens biodegradáveis com tamanhos e finalidades distintas, como tubetes ou saquinhos que são usualmente utilizados para produção e transporte de mudas. A cera de abelha e a mucilagem de cianobactérias de solo apresentaram bons resultados como complemento da mistura, porém, são necessários estudos complementares para verificar a viabilidade de utilização destes materiais.

Palavras-chave: *Archontophoenix alexandrae*. Bioplástico. Compostos biodegradáveis. Cera de abelha. *Nostoc* sp. Sustentabilidade.

Abstract: Growth and industrial advances have leveraged the creation of oil products, such as plastic bags, made of polyethylene. The unrestrained production and incorrect destination of these materials have been causing major environmental problems, a fact that arouses the search for new sustainable methods and biodegradable products. In Brazil, the cultivation of the Australian royal palm (*Archontophoenix alexandrae*) has great economic and social importance both for the ornamental use and for the extraction of the heart of palm. However, their sheaths are fibrous and are not used in palm heart processing, generating tons of waste, often being disposed of directly in the environment. The objective of this work was to develop a compound from the fiber of the Australian royal palm, beeswax and mucilage of soil cyanobacteria, evaluating its biodegradability and feasibility of replacing plastic with sustainable packaging. The results obtained in our experiments demonstrate that the fiber of the Australian royal palm has the potential to be used as the main compound for the production of biodegradable packaging with different sizes and purposes, such as tubes or bags, which are usually used for the production and transport of seedlings. Beeswax and soil cyanobacteria mucilage showed good results as a complement to the mixture, however, further studies are needed to verify the feasibility of using these materials.

Keywords: *Archontophoenix alexandrae*. Bioplastic. Biodegradable compounds. Beeswax. *Nostoc* sp. Sustainability.

Introdução

Com o avanço da sociedade industrial, observou-se uma maior quantidade de resíduos gerados uma vez que o crescimento das cidades e da população aumentou o consumo de

¹ Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIASSELVI – Rodovia BR 470 – Km 71 – nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br.

recursos ambientais. De acordo com Ribeiro e Morelli (2009), o consumo de recursos naturais por pessoa é de, aproximadamente, 10 toneladas ao ano.

Conforme Fabro, Lindemann e Vieira (2007), o plástico se popularizou a partir de 1862, quando foi criado pelo inglês Alexander Parkes, com o intuito de reduzir os custos comerciais, além de incentivar o consumismo da população. As sacolas de polietileno, popularmente chamadas de sacolas plásticas, foram inseridas em nosso cotidiano na década de 1970, distribuídas em lojas e supermercados, com o propósito de transportar mercadorias (BRASIL, 2011). Rapidamente, tornaram-se indispensáveis, por trazerem maior comodidade aos consumidores que passaram a utilizar as sacolas para empacotar seus resíduos ao invés de depositá-las diretamente nas latas de lixo (MIZIARA, 2008).

Dentre as vantagens dos plásticos, destacam-se seu baixo custo, sua alta resistência e sua durabilidade (MÓL, 2010). Contudo, este último aspecto preocupa ambientalistas, já que o processo de decomposição dos resíduos plásticos é de, aproximadamente, 400 anos, o que traz impactos na qualidade do ar, alteração nas condições do solo, contaminação da água, entre outros (WIT *et al.*, 2019).

O Brasil é o quarto maior produtor de lixo plástico do mundo, produzindo cerca de 11,3 milhões de toneladas de plástico filme no ano (WIT *et al.*, 2019). Motivadas pela preocupação em reduzir desperdícios e impactos ao meio ambiente, diversas pesquisas surgiram com o objetivo de desenvolver embalagens biodegradáveis, utilizando aditivos naturais e resíduos agroindustriais. Kubaski e Ito (2017) obtiveram resultados satisfatórios utilizando resíduos descartados da indústria da cerveja e da batata para fabricação de embalagens biodegradáveis.

A fabricação de compostos biodegradáveis pode ter diversas finalidades, como a produção de suporte de plantas, por exemplo, um substituto ao xaxim, assim como os tubetes. Os tubetes são recipientes a base de plásticos e são utilizados para plantação e transporte de mudas nativas e exóticas.

O Brasil, além de ser o maior produtor e consumidor de palmito, é também o maior exportador mundial do produto, responsável por aproximadamente 95% do consumo mundial de palmito (PICHELLI, 2015). A Palmeira Real da Austrália (*Archontophoenix alexandrae*) é a espécie mais plantada em Santa Catarina. Quando se colhe um palmito, somente 400 g são extraídos e utilizados, sobrando aproximadamente 13 kg de resíduos (FREITAS, 2017; FERMINO *et al.*, 2014).

Responsabilidade pela geração

Gerenciar os resíduos de forma integrada implica limpar as cidades, suas periferias e áreas rurais e tratá-los utilizando as tecnologias mais compatíveis com a realidade local, dando-lhe um destino ambientalmente seguro (BÖCK, 2003). Ainda, na visão do autor Böck (2003), é possível compreender que reduzir o consumo, reutilizar e/ou reciclar resíduos, compõem as principais maneiras de economizar materiais esgotáveis, diminuir gastos e reduzir a poluição ambiental.

No Art. 51 da Lei nº 12.305/2010, registra que:

Sem prejuízo da obrigação de, independentemente da existência de culpa, reparar os danos causados, a ação ou omissão das pessoas físicas ou jurídicas que importe inobservância aos preceitos desta lei ou de seu regulamento sujeita os infratores às sanções previstas em lei, em especial às fixadas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que “dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências”, e em seu regulamento (BRASIL, 2010).

Assim, fica estabelecido que em caso de violação das leis ambientais, o descumpridor tem o dever de corrigir os danos provocados ao meio ambiente, independente da presença de culpa.

Embalagens plásticas

Segundo Nascimento (2011), citado por Siqueira *et al.* (2016), as sacolas plásticas convencionais são feitas a partir do polietileno de alta densidade, substância derivada do petróleo com aditivos oxidantes. As sacolas foram introduzidas na sociedade, na década de 1970 como uma novidade e se tornaram um costume para transporte ou disposição de lixo, pois são leves, resistentes, práticas e de baixo custo.

Segundo a Cartilha para Consumidores (BRASIL, 2011), produzida pelo Ministério do Meio Ambiente, são distribuídas no mundo, 500 bilhões a 1 trilhão de sacolas plásticas por ano. No Brasil, o consumo é estimado em 15 bilhões por ano.

Os problemas ambientais crescem constantemente com decorrer dos anos, principalmente pelo uso e o descarte incorreto das sacolas plásticas, prejudicando tanto a vida marinha como terrestre. Muitas embalagens descartadas acabam em rios, lagos e oceanos, onde são confundidas com alimento e ingeridas por animais, como tartarugas e aves marinhas, causando a morte de mais de 100 mil por ano, em todo o mundo (BRASIL, 2011).

O uso de sacolas plásticas é um dos mais adequados para produção de mudas, já que requerem menor gasto com irrigação, pois as embalagens apresentam uma rápida perda de umidade e suportam maior quantidade de substrato em comparação com os tubetes de polipropileno (FELFILI *et al.*, 2000).

Embalagens reutilizáveis

Com o intuito de reduzir o uso das sacolas plásticas, o consumidor pode investir na utilização de embalagens ecológicas ou de origem vegetal, com caráter biodegradável. Tough (2007) traz pesquisas em que sacolas reutilizáveis têm vida estimada de 12 a 104 viagens, apresentando ainda redução no consumo de matéria-prima e economia.

De acordo com Santos (2012), uma alternativa seria as sacolas reutilizáveis feitas a partir de material reciclável, como as garrafas PET, ou sacolas de fonte renováveis, feitas de polímeros naturais, à base de amido de milho, cana-de-açúcar e batata, que se decompõem em curto período de tempo.

Infelizmente, devido ao maior custo de produção, os materiais biodegradáveis não são tão competitivos com os polímeros convencionais. O polietileno de baixa densidade amplamente utilizado em embalagens custa em média US\$ 2/kg, enquanto que um polímero biodegradável custa de US\$ 5 a 8/kg, o que mostra a necessidade e importância das pesquisas para aperfeiçoar suas propriedades (SIMON FILHO; SANFELICE, 2018; PELLICANO; PACHEKOSKI; AGNELLI, 2019).

Linhares Júnior (2016) confeccionou recipiente biodegradável com a fibra vegetal de coco avaliando a viabilidade técnica e parâmetros como pH, composição química da fibra e integridade. O autor mostrou os testes como eficientes. A substituição de tubetes convencionais por biodegradáveis terá um menor custo operacional, uma vez que não será necessária a mão de obra para retirar as mudas dos tubetes no momento de plantio.

Fibras vegetais

A utilização das fibras naturais como reforço de materiais já vem acontecendo há anos. Conforme Mattoso *et al.* (1996), a substituição de fibras sintéticas por fibras vegetais é uma possibilidade bastante importante, pelo fato dessa fibra ser de uma fonte renovável, biodegradável e de baixo custo e por provocar menor impacto ambiental. As fibras vegetais que são muito utilizadas são: sisal, fibras de coco, bambu e fibras de palmeira.

Borges, Motta e Pinto (2019) estudaram a possibilidade de substituir fibras de polipropileno pelas fibras vegetais na fabricação de concretos para uso em paredes estruturais e obtiveram resultados satisfatórios.

Sousa, Habibe e Mulinari (2017) utilizaram fibras da palmeira e resíduo de fundição para fabricar briquetes e encontraram grande potencial. Já Fermino *et al.* (2014) estudaram o aproveitamento da fibra da palmeira real australiana como substrato para hortaliças, chegando à conclusão de que os resíduos da palmeira possuem excelentes características para compor a produção de substratos.

Palmeira Real da Austrália

Segundo Ramos (2004), as espécies de Palmeira Real da Austrália (*Archontophoenix Alexandrae*) são palmeiras cultivadas como plantas ornamentais, mas desde a década de 1970, já eram cultivadas para substituir o palmito nativo (*Euterpe edulis*). Atualmente, o cultivo se tornou uma fonte de renda em Santa Catarina, e cresce cada vez mais na região do Litoral Norte expandindo para as demais regiões do Litoral e Vale do Itajaí, devido ao seu palmito de boa qualidade e amadurecimento em curto prazo.

De acordo com Uzzo *et al.* (2004), o gênero *Archontophoenix*, originário do leste da Austrália, é amplamente utilizado em praças e jardins ao redor do mundo como planta ornamental. Além da alta germinação, da resistência às principais doenças que ocorrem em viveiro e do rápido crescimento das plantas, chama a atenção a qualidade do palmito produzido por palmeiras desse gênero (UZZO *et al.*, 2004).

Para o estado de Santa Catarina, o cultivo da palmeira real é de grande importância econômica e social. Conforme os dados da Freitas (2017), no ano de 2016, foram produzidos cerca de 20 milhões de hastes de palmito por ano. No Norte do Estado, o palmito é a terceira cultura agrícola mais importante depois do arroz e da banana, e sua maior produção se concentra na região de Joinville (FREITAS, 2017).

Conforme Vieira (2006) e de acordo com Lima (2001), o palmito é encontrado nas pontas das palmeiras, onde se formam as folhas, sendo constituído por três ou mais camadas de proteção ou bainhas: externa, mediana e interna. Do processamento da palmeira para a produção do palmito, são gerados resíduos provenientes das folhas, as bainhas que envolvem o palmito e a parte dos caules. Essas bainhas são fibrosas e não são utilizadas no processamento, gerando toneladas de resíduos, e que não tem nenhuma finalidade, muitas vezes, sendo dispostos diretamente no meio ambiente.

Na busca por novas maneiras de aproveitamento dos resíduos provenientes do processamento dos palmitos, há projetos que estudam novas formas de consumo, como uso de filmes comestíveis, farinhas e espaguete do palmito.

Pectina

A pectina refere-se a uma família de oligossacarídeos e polissacarídeos, com características comuns, todavia extremamente diversos em sua estrutura fina (CANTERI *et al.*, 2012). Este polímero compõe o material estrutural das paredes celulares dos vegetais.

De acordo com Moreira (2012), a pectina é insolúvel na água fria e solúvel na água quente, já em contato com os alcalinos e ácidos, torna-se facilmente solúvel.

Por ter funções espessantes, estabilizantes e gelificantes, Souza, Peixoto e Toledo (1995) indica o uso das pectinas para obtenção de geleias, colas e na preparação de bebidas e sucos de frutas desidratadas. São usados também para acabamento têxtil, em produtos farmacêuticos e para estabilizar emulsões de óleo em água e maioneses (SOUZA; PEIXOTO; TOLEDO, 1995).

De acordo com Mohnen (2008), a pectina ainda é usada na produção de uma variedade de produtos, como filmes biodegradáveis e comestíveis, adesivos, substitutos de papel, espumas e plastificantes. Bierhalz (2010) desenvolveu filmes simples de pectina e filmes compostos de pectina e alginato em diferentes proporções, contendo glicerol como plastificante, os filmes contendo 10% de pectina tiveram potencial para embalagens para alimentos.

Glicerol

O Glicerol é um líquido incolor, com gosto adocicado, sem cheiro e muito viscoso, derivado de fontes naturais ou petroquímicas (BEATRIZ; ARAÚJO; LIMA, 2011). Pode ser encontrada também com o nome de glicerina.

De acordo com Reis *et al.* (2011), os gliceróis são plastificantes capazes de garantir boa qualidade, como flexibilidade, no produto biodegradável a ser produzido. O plastificante é uma molécula pequena, de baixa volatilidade e de natureza química similar a do polímero usado na constituição do filme biodegradável (REIS *et al.*, 2011).

Muito utilizado nas indústrias cosméticas como emoliente, nas industriais farmacêuticas, alimentícias e químicas como insumo para a síntese de plásticos (GUIMARÃES, 2010).

Amido

Mali, Grossmann e Yamashita (2010) contesta que o amido é uma matéria-prima abundante e disponível em todo o mundo, possui muitas possibilidades de modificação química, física ou genética e origina filmes e revestimentos resistentes.

Conforme cita Mali, Grossmann e Yamashita (2010), Young, em 1984, descreveu o amido como um polissacarídeo de reserva dos vegetais e que está armazenado sob a forma de grânulos, que apresentam certo grau de organização molecular, o que confere a eles um caráter parcialmente cristalino.

Wankenne *et al.* (2013) descrevem o amido como material com alta viscosidade, sendo utilizado para usos industriais, nos quais o objetivo é o poder espessante. É utilizado para alterar ou controlar diversas características, como textura, aparência, umidade, consistência e estabilidade no armazenamento. Pode também ser usado para ligar ou desintegrar. Também serve tanto para estabilizar emulsões quanto para formar filmes resistentes ao óleo (WANKENNE *et al.*, 2013).

Santos *et al.* (2016) buscaram produzir um biopolímero a partir do amido extraído da casca da batata, com características físicas semelhantes às do polietileno, e que se degradam mais rapidamente. Os biofilmes tiveram resultados satisfatórios já que todas as amostras foram totalmente ou parcialmente degradadas.

Nostoc sp.

As cianobactérias são organismos procariontes e fotossintetizantes que ganharam muita atenção nos últimos anos por causa de suas aplicações potenciais em biotecnologia. Verificou-se que várias cepas de cianobactérias acumulam polihidroxialcanoatos, que podem ser usados como substitutos de plásticos à base de petroquímicos não biodegradáveis.

Além dessas aplicações, as cianobactérias também são usadas no tratamento de águas residuais, alimentos, fertilizantes, produção de metabólitos secundários, incluindo exopolissacarídeos, vitaminas, toxinas e produtos farmacêuticos, reconhecidas como uma rica fonte de compostos biologicamente ativos com atividades antivirais, antibacterianas, antifúngicas e anticâncer (ABED *et al.*, 1991).

Roger e Ardales (1991) explanam que o interesse nas cianobactérias se baseia devido à capacidade de algumas espécies de fixar o nitrogênio, aumentando a fertilidade dos solos cultivados, principalmente em solos úmidos. Os autores supracitados destacam o *Nostoc* como uma cianobactéria heterocitada – células especializadas para a fixação de nitrogênio, que apresenta uma bainha mucilaginosa espessa, não claramente visível sem preparação em microscopia comum, sem ramificação, formando colônias mucilaginosas de formato definido (ROGER; ARDALES, 1991).

De acordo com Singh, Pandey e Singh (2011 *apud* ALVARENGA, 2015), a cianobactéria *Nostoc* pode regular o pH do solo, assim como aumentar ou reduzir a quantidade de sódio, atuar na eliminação de fitopatógenos e insetos, degradar agrotóxicos, e reduzir contaminação de metais pesados.

Grande parte do sucesso da *Nostoc* em habitats terrestres está relacionada a sua capacidade de permanecer dessecada por meses ou anos e recuperar totalmente a atividade metabólica em poucas horas ou dias após a reidratação com água (DODDS; GUDDER; MOLLENHAUER, 2008).

Souza (2018) avaliou a utilização das cianobactérias naturais de rios da Amazônia para produção de biodiesel, concluindo que é uma produção promissora não só para biodiesel, mas também outros biocombustíveis.

Desta forma, fica evidente que o potencial de estudo de cianobactérias de solo, especialmente do gênero *Nostoc*, é um campo promissor em microbiologia ambiental aplicada.

Cera de Abelha

A criação de melíponas (abelhas sem ferrão) nativas se tornou uma atividade econômica importante por conta da comercialização do mel, venda de colônias e por sua polinização que contribui para manutenção do equilíbrio ecológico dos ecossistemas.

Há muitos anos as abelhas têm sido criadas para produção de mel, cera, pólen e própolis, no entanto, muito mais importante que esses produtos são os serviços ambientais realizados por esses insetos: a polinização de plantas e a dispersão de sementes (CARVALHO-ZILSE, 2011).

A cera é uma substância de origem lipídica, sendo ela hidrofóbica, e é produzida nas glândulas cerígenas que estão localizadas na região ventral do abdômen das abelhas.

Segundo a Cella, Amandio e Faita (2017), a cera é secretada por uma glândula localizada no dorso do abdômen, sendo armazenada na colmeia em forma de pequenas bolotas de coloração esbranquiçada. De acordo com Balaclava (2017), a cera se solidifica em contato com o ar, assim que sai do corpo das abelhas e são formadas em espécie de camadas na superfície onde a abelha a ejetou. Souza *et al.* (2009) complementa que a cera é naturalmente a matéria-prima mais importante das abelhas, provenientes do seu metabolismo, mas que depende dos recursos coletados na natureza. Ou seja, sua composição pode variar dependendo das espécies, das condições climáticas e da região.

Em seu livro, Holanda (1995) diz que os indígenas cultivavam a cera e o mel para produzirem seus remédios e alguns alimentos. A cera é usada de diversas formas como em cosméticos, alimentos etc.

Vista a importância do aproveitamento de resíduos e a necessidade de práticas sustentáveis, o presente estudo tem como objetivo desenvolver uma liga biodegradável a partir da fibra da Palmeira Real da Austrália, cera de abelha e mucilagem de cianobactéria de solo e avaliar a sua biodegradabilidade, a fim de verificar a viabilidade de substituir o plástico por embalagens sustentáveis.

Justificativa

Estima-se que o Brasil tem uma população de 210 milhões de habitantes (IBGE, 2021). Neste sentido, mostra-se necessário buscar maneiras de minimizar os impactos ambientais provenientes do descarte incorreto de resíduos, considerando que a geração desses materiais tem aumentado proporcionalmente com o crescimento populacional.

Diversas pesquisas para redução da geração de resíduos já foram produzidas, ampliando o campo para obtenção de informações. No entanto, mesmo com essas inúmeras pesquisas, ainda há uma busca contínua por projetos viáveis com esse mesmo objetivo.

Os grandes problemas enfrentados com o descarte incorreto de resíduos plásticos são: contaminação das águas superficiais, poluição do solo e do ar, prejudicando, assim, a vida humana, vegetal e a biota como um todo (KINAS, 2014).

Na produção da palmeira real, há uma considerável geração de resíduos provenientes das fibras não utilizadas no processamento de conservas o que prejudica a agroindústria, esses resíduos apresentam pouco valor comercial e com escassas opções de destinação. A partir destas informações, buscam-se alternativas para o reaproveitamento desses resíduos.

Trindade e Máximo (2017) estudaram a utilização dos resíduos da pupunha na produção de novos produtos, comprovando a sua viabilidade de uso. Já para Bayao *et al.* (2019), a palmeira real pode ser uma alternativa para alimentação de ruminantes em forma de silagem.

Este trabalho visa encontrar soluções práticas e sustentáveis para produção de compostos biodegradáveis, utilizando a liga da fibra de palmeira real australiana e testando aditivos naturais como *Nostoc* sp. e cera de abelha, assim como pectina e glicerina, aditivos artificiais, e desenvolver recipientes com diferentes finalidades, a fim de diminuir o consumo de resíduos plásticos e seu descarte inadequado.

Metodologia

As fibras de palmeira real utilizadas foram cedidas de um sítio de Rio dos Cedros/SC, 26°37' de latitude Sul e 49°20' de longitude oeste. A cera escolhida foi a da Mandaçaia, abelha nativa sem ferrão (melípona) e foi retirada da residência da acadêmica (Blumenau/SC). O *Nostoc* sp. foi coletado seco do solo de uma residência familiar, localizado em Blumenau/SC, a 26°52' de latitude Sul e 49°07' de longitude oeste. Por uma semana foi cultivado dentro de um vaso, adicionando água e expondo ao sol. Para os experimentos artificiais foram utilizados: glicerina (MutiNature), Amido e Pectina (Mago).

Os equipamentos manuseados foram: estufa de secagem com circulação de ar, processador e liquidificador (Philco) e balança analítica.

Este trabalho foi realizado com consultas em referências de livros, artigos e dissertações acadêmicas, disponibilizadas na biblioteca da UNIASSELVI e nas bases de dados bibliográficos SciELO e Google Acadêmico, com o propósito de melhor contextualizar o tema, incluindo na busca os termos: cera de abelha, *Nostoc* sp, embalagens biodegradáveis, sacolas plásticas, Palmeira Real da Austrália, *Archontophoenix alexandrae*.

O trabalho foi organizado em três etapas. Na primeira etapa, levantaram-se informações, para identificar processos semelhantes à produção de embalagens biodegradáveis e alternativas para utilização da Palmeira Real da Austrália. Por se tratar de um experimento inovador, não se encontrou dados como base, portanto, todos os testes foram adaptados dos ensaios realizados por Kubaski e Ito (2017).

A segunda etapa se deu pela realização dos testes. Os experimentos foram executados com o intuito de criar um composto biodegradável com diferentes concentrações e substâncias, sendo que os métodos foram sendo apurados através de tentativa e erro procurando uma melhor solução, para desenvolvimento de um material com boas características físicas como: maleabilidade e resistência ao toque.

Por fim, a terceira etapa foi a análise dos resultados, na qual se revelou sobre a biodegradabilidade, capacidade de absorção de água e a viabilidade de aplicação do composto na produção e uso da embalagem biodegradável.

Obtenção da fibra proveniente do bagaço da palmeira

As fibras da bainha da palmeira foram submetidas há dois testes diferentes, a fim de encontrar a melhor maneira de utilizá-las. O primeiro teste foi colocar pedaços das fibras em estufa de circulação de ar, a uma temperatura de aproximadamente 65 °C, durante 24 horas. No segundo teste, foi adicionado 1,55 kg no processador, com um volume de 11 litros de água, quantidade suficiente para cobrir todo o material. Em seguida, as fibras processadas foram trituradas em um liquidificador com 1,45 litros, até obter-se uma massa que pudesse ser misturada com os aditivos. Na próxima etapa, o material foi prensado com pesos para retirada do excesso de água, que foi descartada no jardim.

Secagem

As fibras foram espalhadas sobre a superfície de um quadro e colocadas em estufa de circulação de ar a uma temperatura de aproximadamente 65 °C, por 24h, com acompanhamento até sua secagem completa. Uma pequena parte das amostras foi exposta em uma superfície plana para secagem a temperatura ambiente, com intuito de diversificar os testes.

Adição de aditivos

Para realização dos testes, as fibras foram separadas em quatro ensaios: A, B, C, D. No ensaio A, o aditivo utilizado foi a cera de abelha; no B, a glicerina e pectina; no C, o *Nostoc* sp.; e no D, foi utilizado glicerina, pectina e amido. A quantidade de cada material utilizado está representada na Tabela 1.

No grupo A, para ligadura da cera com as fibras, foi preciso aquecer a cera de abelha até total derretimento, e só então misturá-la com a fibra da Palmeira, em seguida, ela foi moldada sobre tubetes devido ao rápido endurecimento da cera. A cera de abelha foi escolhida devido a suas propriedades físicas e químicas, como maleabilidade, impermeabilização e por ser moldante. Para os ensaios B e D, a glicerina, pectina e amido foram misturadas manualmente com a fibra seca. No ensaio C, o *Nostoc* sp., já hidratado, foi batido no liquidificador com as fibras e 100 ml de água para formação da liga.

Tabela 1. Composição das fórmulas dos ensaios.

Adição de aditivos						
Ensaio	Fibras (g)	Glicerina (mL)	Pectina (g)	Amido (g)	Cera Abelha (g)	<i>Nostoc</i> sp. (g)
A	15	-	-	-	83	-
B	15	5	20	-	-	-
C	15	-	-	-	-	59
D	15	40	15	7	-	-

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Moldagem

Após adição de aditivos, os compostos foram amoldados com o intuito de avaliar a possibilidade de criação de embalagens com diferentes finalidades. Os moldes realizados para simular os tubetes tiveram comprimento de 190 mm e diâmetro de 63 mm.

Capacidade de absorção de água

Depois de pesadas, foi adicionada às embalagens 50 mL de água por 30 segundos à temperatura ambiente. O excesso de água foi retirado e as embalagens foram pesadas novamente.

Conforme Kubaski e Ito (2017), o cálculo usado para verificar a capacidade de absorção de água foi:

$$\text{Quantidade de água (\%)} = \frac{\text{massa úmida} - \text{massa seca}}{\text{massa seca}} \cdot 100$$

Biodegradabilidade

Os ensaios foram pesados e, em seguida, amostras foram enterradas em vaso com solo fértil e presença de minhocas. O teste durou 25 dias. No fim, as embalagens foram pesadas para comparação com os pesos iniciais. Os pesos das amostras subestimadas aos testes de biodegradabilidade estão representados na Tabela 2.

Tabela 2. Peso das amostras submetidas ao teste.

Amostras	
Ensaio	Peso (g)
A	3
B	6
C	3
D	10

FONTE: Elaborada pelos autores (2020).

Resultados e discussão

A Tabela 3 apresenta os valores dos materiais utilizados. A embalagem com maior custo-benefício seria aquela produzida com a fibra da palmeira e *Nostoc*, já a cianobactéria *Nostoc* sp., pode ser facilmente encontrada na natureza sem custo para sua obtenção e ainda pode ser cultivada em laboratório. Quanto aos resíduos de palmeira, estes podem ser cedidos por empresas sem custo, o que se torna viável ao produtor da embalagem biodegradável, além de amenizar o problema do descarte aos produtores de palmito.

Tabela 3. Valores dos materiais.

Valores dos materiais		
Material	Quantidade	Valor
Fibra da Palmeira	–	–
<i>Nostoc</i>	–	–
Cera de abelha Mandaçaia	1 Kg	R\$ 100,00
Pectina	50 g	R\$ 21,00
Amido	1 Kg	R\$ 11,49
Glicerol	100 mL	R\$ 11,00

FONTE: Elaborada pelos autores (2020).

As fibras que foram colocadas diretamente em estufa ficaram duras demais para o processamento, e as fibras que foram secas em temperatura ambiente mofaram. Dessa forma, a melhor maneira encontrada foi a utilização das fibras que foram trituradas com água primeiramente e somente depois secas em estufa. Na figura 1, as fibras já trituradas estão na estufa.

Figura 1. Fibras de palmeira real em processo de secagem na estufa.



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Adição de aditivos

Em virtude da falta de liga ao adicionar pectina e glicerina no ensaio B, foi acrescentado pequena quantidade de amido – ensaio D. Detalhes da quantidade e componentes adicionados aos experimentos são apresentados na Tabela 1. O ensaio A (com cera) apresentou resultado com consistência, maleabilidade e espessura ideal. O ensaio B, contendo glicerol e pectina, não teve boa aderência e se despedaçou. Ao adicionar amido (ensaio D), o material teve maior maleabilidade (Figura 2).

Figura 2. Composto a partir dos testes da fibra da bainha da palmeira com glicerina, pectina e amido.



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Conforme a Figura 3, o ensaio C realizado com *Nostoc* sp. teve maleabilidade.

Figura 3. Composto a partir dos testes da fibra da bainha da palmeira com *Nostoc* sp.



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Modelagem

Os compostos biodegradáveis podem ser aplicados para produção de diversos tipos de embalagens com tamanhos e finalidades diferentes, como tubetes ou saquinhos plásticos, que são usualmente utilizados para produção e transporte de mudas. Ao tentar realizar modelagem do composto com *Nostoc* sp., ele se despedaçou devido à quantidade a água. Em uma segunda tentativa, o molde foi seco em estufa e teve um bom resultado, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4. Embalagem produzida a partir do composto da fibra da bainha da palmeira com Nostoc.



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Não encontramos na literatura relatos do uso de aditivos alternativos como as cianobactérias, para fins de reaproveitamento e aplicação na produção de compostos biodegradáveis, demonstrando que nossos experimentos são pioneiros neste quesito. Na Figura 5, foi feito um recipiente do composto com palmeira, glicerina, pectina e amido, porém apresentou pouca resistência.

Figura 5. Embalagem produzida a partir do composto da fibra da bainha da palmeira, glicerina, pectina e amido.



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

A Figura 6 apresenta a modelagem aplicada ao composto realizado com a fibra da palmeira e cera, que teve um revestimento uniforme e espesso. Essa embalagem pode ser utilizada como substituto aos vasos de xaxim (*Dicksonia sellowiana*), atualmente proibidos de comercialização por ser proveniente de uma planta nativa ameaçada de extinção.

Figura 6. Embalagem feita com a fibra da bainha da palmeira e cera



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Na Figura 7, os compostos derivados da palmeira com a cera também foram moldados no formato de tubetes, demonstrando o potencial deste material substituir os tubetes de polietileno.

Figura 7. Embalagem produzida a partir do composto da fibra da bainha da palmeira e cera, baseando-se em tubetes.



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Pereira *et al.* (2007) obtiveram resultados promissores ao produzir tubetes de cera de abelha para mudas de café. Conti *et al.* (2013) confeccionaram tubetes com fibras de coco e bagaço de cana como alternativa aos tubetes convencionais.

A substituição dos tubetes convencionais pelos tubetes biodegradáveis pode ser vantajosa, pois eles podem ser plantados junto às mudas, permitindo que as raízes das plantas atravessem as paredes e se fixem no solo com maior facilidade, além de servir de adubo às plantas e ser reintroduzido no solo com sua degradação natural.

Capacidade de absorção de água

A análise do cálculo foi realizada com o intuito de examinar a ação dos aditivos. Após a adição da água, as amostras foram pesadas, a fim de verificar a capacidade de absorção de água. A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos.

A embalagem A apresentou a menor absorção de água (1,26%), sendo a embalagem com maior resistência dentre os testes realizados. Esses resultados indicam o elevado potencial de aplicação deste composto para produção de embalagens diversas.

Não foi possível realizar o teste com o composto B, pois como relatado anteriormente, não apresentou liga, impossibilitando a formação de moldes. Contudo, destaca-se o potencial uso desses materiais em experimentos futuros.

A embalagem C apresentou 16% de absorção de água. Essa baixa absorção pode ser explicada devido à quantidade de água já presente no Nostoc.

A embalagem D apresentou 37,5% de absorção de água, ao término do teste, a embalagem se despedaçou. Este fato não descarta a possibilidade de uso do composto, visto que enquanto está seco apresenta boa estruturação e permite, por exemplo, sua aplicação como vaso ornamental para plantas que não dependam de muita água ou ainda como molde para jardins verticais, abajur etc.

Tabela 4. Capacidade de absorção de água em diferentes testes.

	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Peso Inicial (g)	79	-	50	24
Peso Final	80	-	58	33
Quantidade de água (%)	1,26	-	16	37,5

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Biodegradabilidade

As amostras foram desenterradas após 25 dias. De todas as amostras submetidas ao teste de biodegradabilidade, a amostra D que continha amido ainda podia ser observada, mas ao tocá-la se fragmentou, conseqüentemente, não foi possível pesá-la. As demais, conclui-se que foram degradadas quase que completamente, uma vez que não puderam ser recuperadas do vaso.

Dessa forma, podemos afirmar que os compostos se degradam com maior rapidez comparada a outros materiais convencionais provenientes de polietileno, que não se degradam em curto espaço de tempo.

Acredita-se que a bainha de um único pé de palmeira real pode ser utilizada para produzir em torno de 100 embalagens biodegradáveis do tipo tubetes, com comprimento de 190 mm e diâmetro de 63 mm.

Por fim, após 1 mês mantendo as embalagens em temperatura ambiente, houve a presença de fungos, isso se deve, provavelmente, a alta umidade do município de Blumenau.

Considerações finais

Pode-se concluir que a fibra da Palmeira Real da Austrália (*Archontophoenix alexandrae*) tem potencial para ser utilizada como principal composto para produção de recipientes biodegradáveis, e que a cera de abelhas nativas tem grande aplicabilidade para ser usada na moldagem destas embalagens. Essa conclusão confirma as duas primeiras hipóteses do trabalho e demonstra que além de diminuir a fabricação de embalagens provenientes de polietilenos, ainda irá amenizar a quantidade de resíduos descartados da produção de palmito.

A hipótese de que a cianobactéria de solo, *Nostoc* sp., pode ser uma alternativa de aditivo na produção das embalagens biodegradáveis também foi confirmada, pois obteve bom desempenho na produção. O *Nostoc* é um recurso natural relativamente abundante nos solos de regiões úmidas, seu uso pode ser muito vantajoso e viável financeiramente como aditivo na produção de compostos biodegradáveis, inclusive se forem desenvolvidas técnicas de cultivo com fontes alternativas.

Foi confirmada a hipótese de que o biocomposto se degrada mais rapidamente que o polímero convencional, uma vez que as amostras submetidas ao teste de biodegradabilidade se fragmentaram no período de 25 dias, sendo reintegradas ao solo na quase totalidade.

Embora os compostos tenham muitas aplicações e apresentem capacidade para substituição de materiais não sustentáveis, os testes realizados com a cera terão maior custo quando comparados ao de polietileno, principalmente pelos valores dos materiais. Uma alternativa para viabilizar a produção do composto biodegradável de fibra e cera, seria integrar a produção de palmito com abelhas para baratear o custo na obtenção da cera.

Há poucos conteúdos na comunidade científica relacionados a esses temas, como compostos derivados de Palmeira ou *Nostoc*, portanto, recomenda-se que os estudos com esses materiais biodegradáveis tenham continuidade, visto o grande potencial demonstrado.

Referências

ABED, R. M. M *et al.* Applications of cyanobacteria in biotechnology. **Journal Of Applied Microbiology**, Oxford, p. 1-12. fev. 1991.

ALVARENGA, D. O. de. **Análise genômica e funcional da cianobactéria *Nostoc* sp. CENA67 e caracterização da sua comunidade microbiana associada.** 2015. Tese (Doutorado em Biologia na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

BALACLAVA, A. D. **Anatomia das abelhas:** estrutura corporal completa. 2018. Disponível em: <https://www.mel.com.br/anatomia-das-abelhas/>. Acesso em: 9 abr. 2021.

BAYAO, G. F. V. *et al.* Silage from heart-of-palm waste produced from Alexander palm tree. **Rev Colom Cienc Pecua**, Medellín, v. 32, n. 1, p. 64-70, mar. 2019.

BEATRIZ, A.; ARAÚJO, Y. J. K.; LIMA, D. P. de. Glicerol: um breve histórico e aplicação em sínteses estereosseletivas. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 34, n. 2, 2011.

BIERHALZ, A. C. K. **Confecção e caracterização de biofilmes ativos à base de pectina BTM e pectina BTM/alginato reticulados com cálcio.** 2010. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Campinas, 2010.

BRASIL. **Orientações sobre consumo consciente e propostas para redução de sacolas plásticas pelos consumidores.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. Disponível em: <https://www.abras.com.br/pdf/cartilha3web.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 9 abr. 2021.

BÖCK, A. F. **Os (des)caminhos da gestão socioambiental no território municipal: um olhar sobre as políticas públicas referente aos resíduos sólidos em Medianeira-PR.** Florianópolis: UFSC; 2003.

BORGES, A. P. S. N.; MOTTA, L. A. de C.; PINTO, E. B. Estudo das propriedades de concretos com adição de fibras vegetais e de polipropileno para uso em paredes estruturais. **Matéria**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 12364, 2019.

CANTERI, M. H. G. *et al.* Pectina: da matéria prima ao produto final. **Polímeros**, São Carlos, v. 22, n. 2, p. 149-157, 2012.

CARVALHO-ZILSE, G. A. *et al.* **Meliponicultura**: perguntas mais frequentes sobre as abelhas sem ferrão. 2011. Disponível em: <https://www2.ufrb.edu.br/insecta/images/publicacoes/meliponicultura/Serie%20Meliponicultura%20n.8.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2021.

CELLA, I.; AMANDIO, D. T. T.; FAITA, M. R. **Meliponicultura**. Florianópolis: Epagri, 2017. Disponível em: https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/apicultura/acervo/BD141-meliponicultura.pdf. Acesso em: 9 abr. 2021.

CONTI, A. de *et al.* Análise do desenvolvimento e da viabilidade econômica do plantio de mudas de árvores em tubetes biodegradáveis. **RETEC - Revista de Tecnologias**, Ourinhos, v. 5, maio 2013.

DODDS, W. K.; GUDDER, D. A.; MOLLENHAUER, D. The ecology of Nostoc. **Journal of Phycology**, v. 31, n. 1, p. 2-18, 2008.

FABRO, A. T.; LINDEMANN, C.; VIEIRA, S. C. Utilização de sacolas plásticas em supermercados. **Revista Ciências do Ambiente On-line**, v. 3, n. 1, fev. 2007.

FELFILI, J. M. *et al.* **Recuperação de matas de galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000. Disponível em: <http://ecoverdemt.com.br/arquivo/documentos/daa311ec-6727-48fd-945e-b8413419467c.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2021.

FERMINO, M. H. *et al.* Fibra de palmeira como substrato para hortaliças. **Hortic. Bras.**, Vitória da Conquista, v. 32, n. 4, p. 404-408, dez. 2014.

FLORIANO, E. P. Armazenamento de sementes florestais. **Caderno Didático**, Santa Rosa, n. 1, p.10, 2004.

FREITAS, C. A. Minha terra tem palmito. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 29, n. 3, p. 25-30, jan. 2017.

GUIMARÃES, J. L. **Preparação e caracterização de compósitos de amido plastificado com glicerol e reforçados com fibras naturais vegetais**. 2010. 190 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

HOLANDA, S. B. de. **Caminhos e fronteiras**. 3.ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

IBGE. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. c2021. Disponível em: <https://ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Acesso em: 9 abr. 2021.

KINAS, P. N. **Poluição e resíduos sólidos**. Indaial: Uniasselvi, 2014.

KUBASKI, L. A.; ITO, P. B. **Desenvolvimento de embalagem biodegradável a partir de resíduos da indústria de batata e cerveja**. 2017. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

LIMA, J. D. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. João Pessoa: ABES, 2002.

LINHARES JÚNIOR, J. A. **Estudo da fibra de coco para confecção de recipientes biodegradáveis**. 2016. 42 f. TCC (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Cruz das Almas, 2016.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 137-155, 2010.

MATTOSO, L. H. C. *et al.* **Utilização de fibras vegetais para reforço de plástico**. 1996. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/271111/1/PA0396.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2021.

MIZIARA, R. Por uma história do lixo. **InterfacEHS**, v. 3, n. 1, 2011. Disponível em: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/wp-content/uploads/2013/07/art-6-2008-6.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2021.

MOHNEN, D. **Pectin structure and biosynthesis**. 2008. Disponível em: http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/Pectin-structure-and-biosynthesis.pdf. Acesso em: 9 abr. 2021.

MÓL, G. **Química vidadã**. São Paulo: Nova Geração, 2010. (V. 3).

MOREIRA, N. J. **Manual de química agrícola, pelo Dr. Nicolao Joaquim Moreira e publicado a expensas de Sociedade auxiliadora da indústria nacional**. São Paulo Nabu Press, 2012.

PELLICANO, M.; PACHEKOSKI, W.; AGNELLI, J. A. M. **Influência da adição de amido de mandioca na biodegradação da blenda polimérica PHBV/Ecoflex®**. *Polímeros*, São Carlos, v. 19, n. 3, p. 212-217, 2009.

PEREIRA, C. S. *et al.* Tubetes biodegradáveis produzidos com cera de abelha. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafês do Brasil, 2007, Águas de Lindóia. **Anais [...]** Brasília: Embrapa, 2007.

PICHELLI, K. **Palmito de pupunha aumenta renda ao agricultor e ajuda a proteger a Mata Atlântica**. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/4799110/palmito-de-pupunha-aumenta-renda-ao-agricultor-e-ajuda-a-protger-a-mata-atlantica>. Acesso em: 9 abr. 2021.

RAMOS, M. G. Palmeira Real da Austrália: características e cultivo para produção de palmito. *In: Anais do I Encontro Paranaense sobre palmitos cultivados: o agronegócio pupunha e palmeira real*. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. p. 89-107.

REIS, L. C. B. *et al.* Filme biodegradável incorporado com glicerol e aditivos naturais. **Caderno de Prospecção**, v. 4, n. 4, p. 23-32, 2011.

RIBEIRO, D. V.; MORELLI, M.R. **Resíduos sólidos: problema ou oportunidade?** Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2009.

ROGER, P. A.; ARDALES, S. The blue-green algae collection at IRRI. **Journal Of Applied Phycology**, Filipinas, v. 3, p. 375-376. dez. 1991.

SANTOS, A. R. dos *et al.* **Produção de biopolímero a partir de rejeitos orgânicos**. 2016. 32 f. Pesquisa (Curso Técnico em Química) – Instituto Federal Santa Catarina, Jaraguá do Sul, 2016.

SANTOS, A. S. F. e *et al.* Sacolas plásticas: destinações sustentáveis e alternativas de substituição. **Polímeros**, São Carlos, v. 22, n. 3, jun. 2012

SIMON FILHO, A. J.; SANFELICE, R. C. Estudo bibliográfico sobre polímeros ambientalmente sustentáveis. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação**, v. 3, n. 2, p. 131-148, fev. 2019.

SIQUEIRA, G. R. et al. Uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Rev. bras. saúde prod. anim.**, Salvador, v. 13, n. 4, p. 991-1008, 2012.

SOUSA, T. A. de; HABIBE, A. F.; MULINARI, D. R. Caracterização das fibras da palmeira e do resíduo de fundição para produção de briquetes. **Cadernos UniFOA**, v. 7, n. 1, p. 61-67, 2017.

SOUZA, B. D. A. *et al.* **Munduri (Melipona asilvai): a abelha sestrosa**. Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/877864/1/Meliponicultura7.pdf>. Acesso em; 9 abr. 2021.

SOUZA, J. S. I.; PEIXOTO, A.M.; TOLEDO, F. F. de. **Enciclopédia agrícola brasileira**. São Paulo: AB. Edusp, 1995.

SOUZA, W. R. de. **Potencial de cianobactérias cultivadas em meio suplementado com vinhaça para produção de biodiesel**. 2018. 123 f. Dissertação (Mestrado Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

TOUGH, R. **Plastic Shopping Bags: environmental impacts and Policy Options**. 2007. Disponível em: <http://researcharchive.vuw.ac.nz/xmlui/bitstream/handle/10063/571/thesis.pdf?sequence=1>. Acesso em: 9 abr. 2021.

TRINDADE, A.; MÁXIMO, F. H. **Desdobro de estipe de pupunha (bactris gasipaes kunth) para novos produtos**. *Mix Sustentável*, v. 3, n. 3, 2017. Disponível em: <https://mixsustentavel.paginas.ufsc.br/files/2017/08/MIX-7-Artigo-12.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2021.

UZZO, R. P. *et al.* Coeficiente de caminhamento entre caracteres vegetativos e de produção de palmito da palmeira real australiana. **Hortic. Bras.**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 136-142, mar. 2004.

VIEIRA, M. A. **Caracterização de farinhas obtidas dos resíduos da produção de palmito da palmeira-real (*Archontophoenix alexandre*) e desenvolvimento de biscoito fibroso.** 2006. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Curso de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos do Centro de Ciências Agrárias, Instituto Federal Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

WANKENNE, M. *et al.* Amido: fontes, tipos e propriedades. **Revista Aditivos Ingredientes**, São Paulo, n. 98, p. 34-43, maio 2013.

WIT, W. *et al.* **Solucionar a poluição plástica:** transparência e responsabilização. 2019. Disponível em: https://jornalismsocioambiental.files.wordpress.com/2019/03/plastic_report_02-2019.pdf. Acesso em: 9 abr. 2021.



FACE SHIELD PRODUZIDO POR IMPRESSÃO 3D FDM DURANTE A PANDEMIA DO COVID-19

Face shield produced by fdm 3d printing during Covid-19 pandemic

Naiane Paiva Stochero¹
Marcelo Henrique Soar¹
Henrique Gonçalves Pereira¹

Resumo: O coronavírus (COVID-19) é a mais recente pandemia que afeta o mundo, espalhando-se através de gotículas de saliva e contato com superfícies contaminadas. Nesse sentido, esse trabalho desenvolveu um Face Shield (protetor facial) buscando garantir a segurança de profissionais de saúde durante o trabalho através da tecnologia de impressão 3D. Um Face Shield no modelo Prusa e uma no modo vaso foram desenvolvidas junto à confecção de uma viseira utilizando corte a laser. A partir dos resultados, observou-se que o Face Shield produzido na configuração no modo vaso, otimizou o tempo de impressão (redução de 78,7%, quando comparado ao modelo Prusa), quantidade de filamento (redução de 66,7%), acabamento superficial, além de garantir rigidez e resistência suficiente para o manuseio. Portanto, a configuração no modo vaso, foi considerada viável para a produção dos Face Shields, bem como pela utilização dos profissionais de saúde que são verdadeiros heróis trabalhando na linha de frente no combate a esta pandemia.

Palavras-chave: COVID-19. Face Shield. Impressão 3D. Corte a laser.

Abstract: The Coronavirus (COVID-19) is the most recent pandemic that affects the world, spreading through saliva droplets and contact with contaminated surfaces. In this sense, this paper develops a Face Shield in order to guarantee the safety of health care professionals during work hours through the use of 3D printing. A Face Shield in the Prusa model and one using a vase model were developed, as well as an acetate sheet cut to fit with a laser cutter. From the results, it was observed that the Face Shield produced in the vase mode configuration, optimized the printing time (reduction of 78.7%, when compared to the Prusa model), amount of filament (reduction of 66.7%), surface finish, in addition to ensuring sufficient rigidity and strength for handling. Therefore, the configuration in the vase mode was considered viable for the production of Face Shields, as well as for the use of health professionals who are true heroes working on the front lines in the fight against this pandemic.

Keywords: COVID-19. Face Shield. 3D printing. Laser cutter.

Introdução

Em 30 de janeiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou emergência de saúde pública em face ao surto causado pelo novo coronavírus (COVID-19), já em 11 de março de 2020, a COVID-19 foi anunciada como pandemia pelo mesmo órgão (OPAS, 2020).

O agente deste novo coronavírus foi descoberto em 31 de dezembro de 2019, na China, embora haja relatos de vírus dessa família desde 1937. Os sintomas dessa doença variam de um simples resfriado até uma pneumonia severa, sendo transmitido de uma pessoa infectada para outra através de gotículas de saliva e contato em superfícies contaminadas (BRASIL, 2020a).

Entre as medidas de prevenção ao contágio da doença, segundo a OMS (OPAS, 2020), destacam-se: lavar as mãos regularmente com água e sabão ou limpá-las com álcool; distância mínima de 1 metro; evitar tocar o rosto; cobrir boca e nariz ao tossir ou espirrar; permanecer em casa se não se sentir bem; e evitar aglomerações.

¹ Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIASSELVI – Rodovia BR 470 – Km 71 – nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br.

Neste cenário, a tecnologia é uma importante aliada ao combate da disseminação do vírus (POMPEU *et al.*, 2020). Assim surge a impressão 3D, que é um método de fabricação que utiliza o conceito de manufatura aditiva (VOLPATO, 2017).

O uso da impressão 3D para o auxílio à saúde não é novidade, o estudo da viabilidade para utilização de próteses ortopédicas (PEREIRA *et al.*, 2016), na fabricação de órteses, estudo da biocompatibilidade de arcabouços (PINTO; MAIA; THIRÉ, 2016), são apenas alguns exemplos da aplicabilidade dessa tecnologia na biomedicina e bioengenharia.

Devido a sua versatilidade e agilidade, rapidamente a impressão tridimensional se tornou uma importante ferramenta no combate à proliferação da COVID-19, com a impressão de Face Shields (Protetores Faciais) para proteção dos profissionais de saúde que estão na linha de frente de acometimento à pandemia (WESEMANN *et al.*, 2020; JORGE *et al.*, 2020).

Deste modo, o objetivo deste trabalho é a confecção de *Face Shields*, em conformidade com as normas estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através da impressão 3D e corte a laser, que possam ser utilizadas por profissionais de saúde, no uso de suas atribuições no combate à pandemia da COVID-19.

O processo de produção consiste, basicamente, em imprimir a estrutura da máscara (por meio da impressora 3D) e cortar o material plástico transparente (por meio da máquina a laser).

Impressão Tridimensional

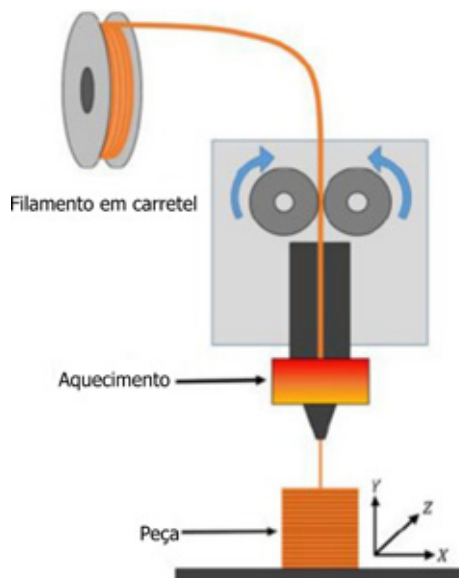
No contexto industrial, a prototipagem rápida é um termo que designa um conjunto de tecnologias usadas para se fabricar objetos físicos, utilizando dados gerados por sistemas de projeto auxiliado por computador (CAD) (GORNI, 2001). Essas tecnologias, que há algum tempo só estavam disponíveis para aplicações industriais, popularizaram-se de tal forma, que hoje em dia é possível adquirir uma impressora 3D até mesmo para uso doméstico (GORNI, 2013).

Dentre suas principais vantagens, comparadas aos processos industriais clássicos, podemos citar sua agilidade, baixo custo, liberdade na seleção de materiais flexibilidade e qualidade de produção, podendo assumir geometrias complexas na fabricação de protótipos tridimensionais (ABREU, 2015).

Nos dias atuais, existem diversas tecnologias empregadas no processo de prototipagem rápida, entre elas destacam-se: a impressão por jato de tinta (MJT), a cura sólida na base (SGC), modelagem por fusão e deposição (FDM), fabricação de objetos em lâmina (LOM), sinterização seletiva a laser (SLS), os aparelhos estereolitografia (SLA) por sistemas 3D e conformação próxima ao formato final via laser (LENS) (PHAM; GAULT, 1998; GORNI, 2001; STANSBURY; IDACAVAGE, 2016).

Dentre essas tecnologias, o FDM (Figura 1), também denominada fabricação de filamentos fundidos (FFF), foi desenvolvido no início da década de 1990. O processo consiste em obter um material fundido aplicado através de um cabeçote de impressão ou bocal, através de energia envolvida na fase de pré-deposição, sua técnica de construção se dá camada a camada, onde um ou mais focos aquecidos distribuem espacialmente o polímero extrudado como um fino filamento. Filamentos em carretéis de termoplásticos ABS e PLA são os materiais comerciais mais utilizada nessa tecnologia (STANSBURY; IDACAVAGE, 2016).

Figura 1. Impressão 3D por FDM.



Fonte: Adaptado de Stansbury e Idacavage (2016).

Abreu (2015) ainda destaca como ponto positivo da tecnologia FDM, o fato de se permitir o uso simultâneo de dois materiais, desde que sejam compatíveis entre si. Há também fatores limitantes, como do material a ser utilizado que deve estar na forma de filamento, e que a tecnologia tem um processamento mais lento entre as demais tecnologias de prototipagem rápida.

Corte a laser

O corte a laser é uma das formas mais modernas de separação de peças, servindo para substituir outros processos de corte, como corte por serra, estampagem de corte, corte por chama e corte a plasma (CARISTAN, 2003).

O corte a laser possui certas vantagens sobre esses métodos convencionais, os quais incluem um custo reduzido, alta precisão de corte e tempo reduzido (YILBAS, 2017).

Resolução ANVISA

No dia 23 de março de 2020, a ANVISA, publicou a Resolução – RDC nº 356, que dispõe sobre os requisitos de fabricação de dispositivos médicos, que são considerados como prioritários para o uso em serviço de saúde, no combate à pandemia da COVID-19 (BRASIL, 2020b).

Dentro desses requisitos de fabricação, o Art. 6º da resolução trata que os protetores faciais devem seguir a norma técnica ABNT NBR ISO 13688:2017, em que são listados os seguintes requisitos (BRASIL, 2020b, p. 2):

§ 1º Os protetores faciais não podem manter saliências, extremidades afiadas, ou algum tipo de defeitos que podem causar desconforto ou acidente ao usuário durante o uso.

§ 2º Deve ser facilitada a adequação ao usuário, a fim de que o protetor facial permaneça estável durante o tempo esperado de utilização.

§ 3º As faixas utilizadas como principal meio de fixação devem ser ajustáveis ou autoajustáveis e ter, no mínimo, 10 mm de largura sobre qualquer parte que possa estar em contato com o usuário.

§ 4º O visor frontal deve ser fabricado em material transparente e possuir dimensões mínimas de espessura 0,5mm, largura 240 mm e altura 240 mm.

Metodologia

O *Face Shield* é um equipamento de proteção individual (EPI) composto por três partes principais, que após a sua produção serão montadas, tornando-se um único equipamento (Figura 2). Essas três partes são: 1) estrutura rígida; 2) viseira; e 3) elástico.

Figura 2. *Face Shield*.

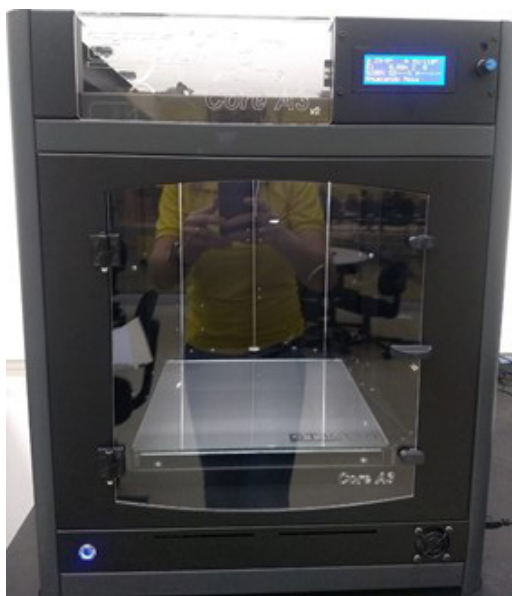


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A primeira peça é a estrutura rígida, que é a mais complexa das três. Para a criação dessa peça, escolheu-se a produção por impressão 3D FDM, devido a sua capacidade de produzir geometrias complexas a partir de modelos geométricos tridimensionais (VOLPATO, 2017).

Para impressão 3D, utilizou-se o modelo 3D *GTMax 3D core A3* (conforme a Figura 3 – disponibilizado no Espaço Maker da UNIASSELVI) e filamento ABS.

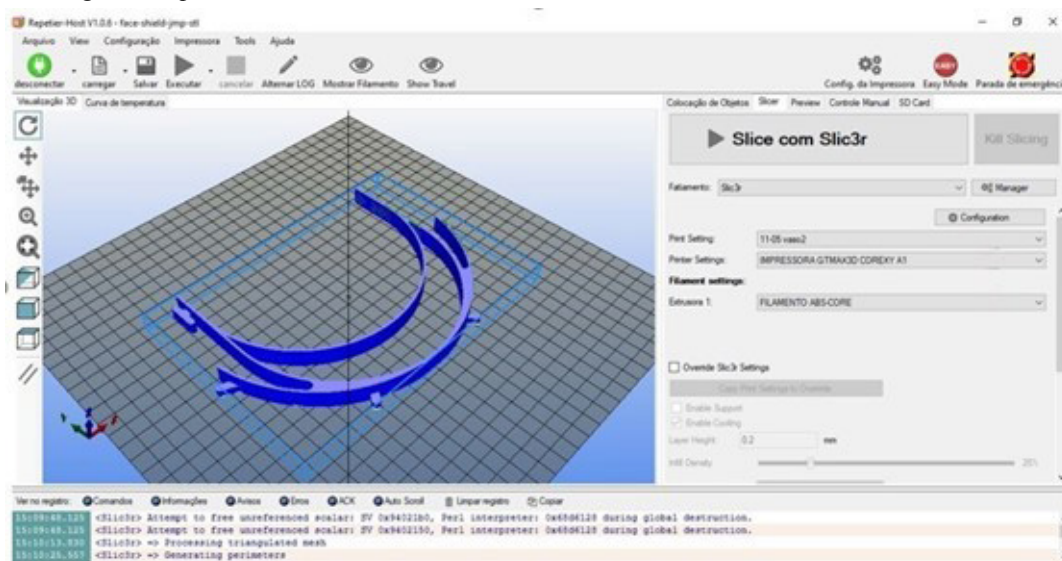
Figura 3. Impressora 3D modelo 3D *GTMax 3D core A3*



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Para processar o modelo 3D da peça a ser impressa, há uma forma compatível com a impressora, foi utilizado o programa *Repetier Host*, conforme Figura 4.

Figura 4. Programa Repetier Host.

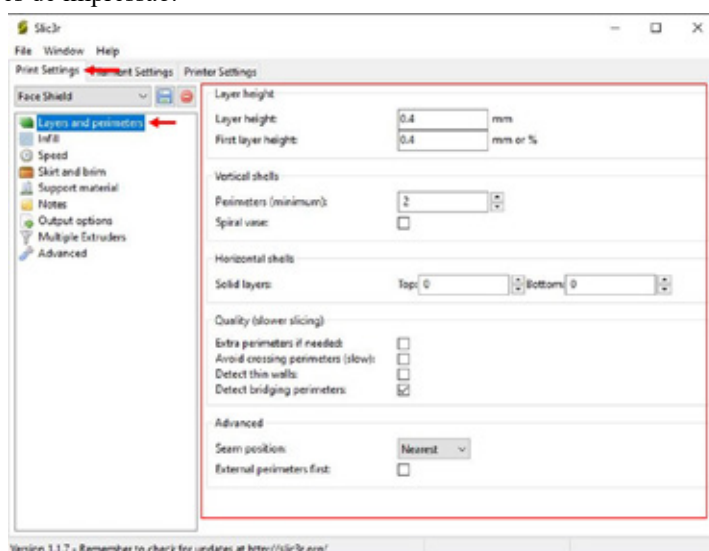


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A configuração utilizada para realizar a impressão 3D foi inspirada pelo modo de impressão conhecido como modo vaso, em que é impresso apenas a base e o perímetro da peça através de um depósito contínuo de material. Essa forma de impressão 3D é utilizada para agilizar o processo de produção, bem como garantir rigidez e resistência da peça final (HORVATH; CAMERON, 2020).

É importante destacar que foram utilizados dois passes de perímetro, visando garantir uma maior rigidez e resistência na estrutura, aumentando dessa forma a vida útil do *Face Shield*. Os valores utilizados na configuração da máquina podem ser vistos na Figura 5.

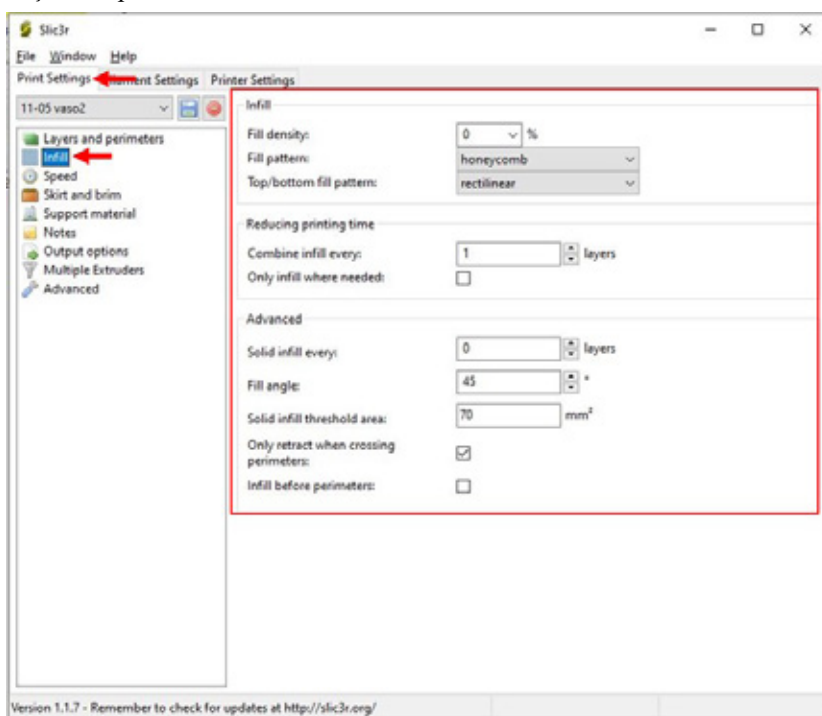
Figura 5. Configurações de impressão.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Nesse método, o preenchimento utilizado foi de 0%, o que resulta em uma peça que é internamente oca. Os valores utilizados para a configuração do preenchimento da impressora podem ser visualizados na Figura 6.

Figura 6. Configurações de preenchimento.

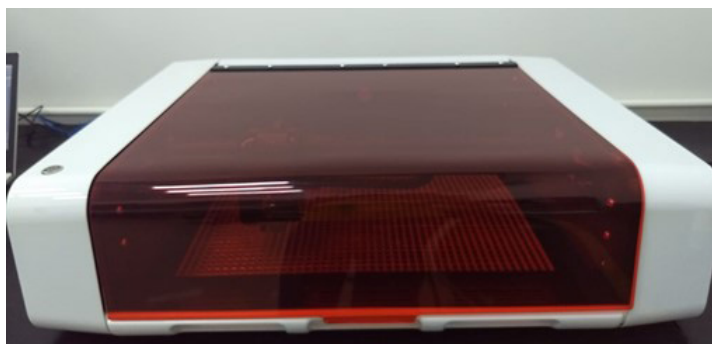


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A segunda peça é a viseira, que é produzida utilizando como material base uma folha de acetato de 0,50 mm de espessura, que para encaixar na estrutura deve possuir furos em posições exatas.

Para que esses furos sejam realizados, escolheu-se utilizar uma máquina de corte a laser modelo *Due Flow* (disponibilizado no Espaço Maker da UNIASSELVI), conforme a Figura 7. Essa escolha foi realizada devido às vantagens das máquinas de corte a laser comparado a métodos convencionais, o que inclui baixo custo, alta precisão de operação de corte e rapidez na produção (YILBAS, 2017).

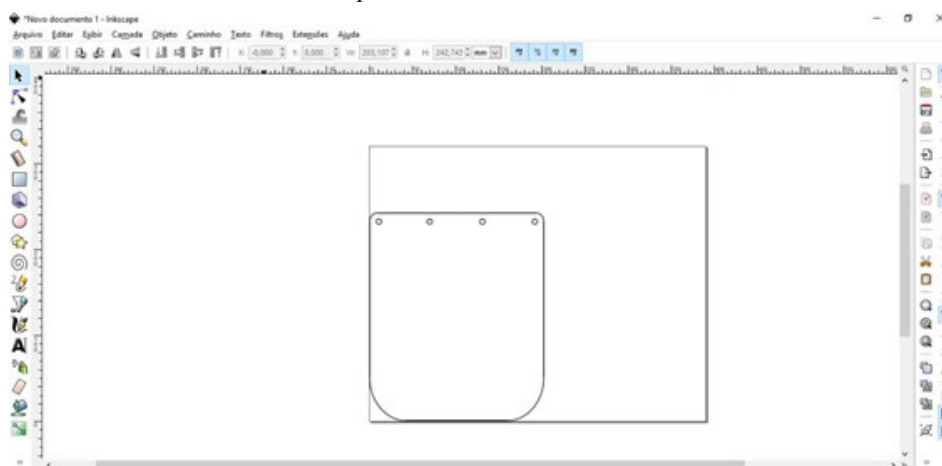
Figura 7. Máquina de corte a laser.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

O desenho do corte foi processado através do programa *Inkscape*, conforme a Figura 8, em que podem ser observadas a forma do corte da folha.

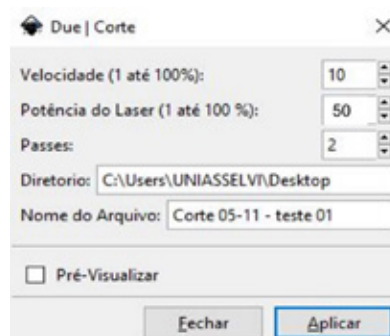
Figura 8. Geometria de corte vista no *Inkscape*.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

O tempo e eficácia do corte são diretamente afetados pela velocidade e potência utilizados pelo laser durante a sua operação. Após vários testes realizados, foi possível obter uma configuração que garante o corte da folha de acetato de forma rápida e segura, conforme a Figura 9.

Figura 9. Configurações de corte.



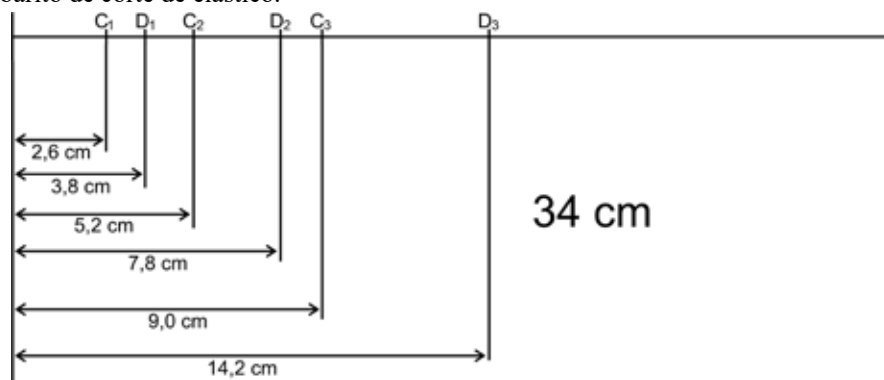
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A terceira peça é o elástico comum (72% de Poliéster e 28% de Elastano – utilizado na confecção de roupas), apresentando 19 mm de largura. É importante destacar que o elástico, deve ser cortado de maneira precisa para que encaixe corretamente na estrutura, de forma a garantir o bom conforto do usuário e segurança da máscara.

Para realizar os cortes do elástico, o processo foi agilizado através da confecção de um gabarito, conforme a Figura 10. O gabarito permite a ambos o corte do comprimento correto do elástico, assim como dos furos ao longo do seu comprimento, que são três em cada extremidade e que podem ser utilizados para ajustar o aperto do elástico de acordo com a preferência do usuário.

O gabarito possui uma medida total de 34 centímetros, sendo que, para o corte, deve-se posicionar o elástico dobrando a ponta que se encontra na extremidade esquerda da Figura 10 até um dos pontos D₁, D₂ e D₃ e cortando da esquerda até o ponto de corte correspondente: C₁, C₂ ou C₃.

Figura 10. Gabarito de corte de elástico.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

As dimensões para a confecção do gabarito podem ser visualizadas na Tabela 1, sendo todas as dimensões medidas a partir da extremidade à esquerda da Figura 9.

Tabela 1. Descrição do modelo de corte do elástico.

Nomenclatura	Descrição	Medida (cm)
C1	Corte número 1	2,6
D1	Dobra número 1	3,8
C2	Corte número 2	5,2
D2	Dobra número 2	9,0
C3	Corte número 3	7,8
D3	Dobra número 3	14,2

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Resultados e discussão

Após a impressão 3D da estrutura, foi possível analisar alguns parâmetros (conforme a Tabela 2), como volume da estrutura, quantidade de filamento utilizado (gramas), tempo de impressão, bem como valor médio para produzir um *Face Shield*.

Tabela 2. Parâmetros avaliados.

Parâmetro	<i>Face Shield</i>	<i>Face Shield (Prusa)</i>
Volume da estrutura (mm)	157 x 135 x 11	144 x 187 x 20
Massa do filamento (g)	14	42
Tempo de Impressão	42 minutos	3h17min

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Conforme visualizado na Tabela 2, o volume da estrutura de impressão foi de 157 mm de largura, 135 mm de comprimento e 11 mm de espessura, menor quando comparado ao modelo criado pela Prusa Printers, empresa de impressão 3D com sede na República Tcheca (PRUSA, 2020). Com relação à massa do filamento utilizada para produzir a estrutura 3D, percebe-se que houve uma redução de 66,7% e, conseqüentemente, uma redução de 78,7% no tempo de impressão quando comparado ao modelo Prusa.

Este resultado deve-se ao fato de utilizar o modo vaso na configuração, ou seja, ao invés do equipamento imprimir várias camadas por dentro, fazer preenchimento (conforme a Figura 11, à esquerda), a impressora realiza apenas o contorno do objeto sem realizar cruzamentos, isso otimiza o tempo de impressão, bem como a quantidade de filamento.

Figura 11. Modelo Prusa (à esquerda) modo vaso (à direita).



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Conforme pôde ser visualizado na Figura 11, o modelo Prusa (à esquerda) possui preenchimento em toda a estrutura, diferentemente do modo vaso (à direita). Além disso, observou-se que o modelo Prusa é mais rígido, mais pesado e com acabamento superficial (apresentando rebarbas) inferior ao modelo vaso.

Portanto, com a configuração modo vaso (Figura 11 à direita) é possível produzir um modelo mais leve, barato (valor médio em torno de \$5,76) com maior rapidez e apresentando uma resistência suficiente para o manuseio.

Considerações finais

Este artigo relatou a configuração da impressora 3D, bem como da máquina de corte a laser para a produção dos *Face Shields* (protetores faciais), que são equipamentos fundamentais para aqueles profissionais de saúde que trabalham diretamente com pessoas confirmadas com COVID-19, pois possuem uma proteção que evita o contato com gotículas de saliva e fluidos nasais, além de serem reutilizáveis e ajustáveis.

Destaca-se que, devido ao aumento exponencial de casos confirmados, os *Face Shields* estão entre os equipamentos de proteção individual (EPIs) em falta no sistema de saúde. Dessa forma, espera-se, ainda, como resultado desse trabalho, fortalecer a união e a colaboração das pessoas para produzir essas máscaras com o objetivo comum de doá-las aos profissionais de saúde que são verdadeiros heróis trabalhando na linha de frente no combate a esta pandemia.

Por fim, ressalta-se que a configuração no modo vaso utilizada na impressora 3D, otimizou o tempo de impressão e a quantidade de filamento, além de garantir rigidez e resistência da peça.

Referências

ABREU, S. A. C. **Impressão 3D baixo custo versus impressão em equipamentos de elevado custo**. 2015. 235 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto, Porto, 2015.

BRASIL. **Sobre a doença**. Brasília: Ministério da Saúde, 2020a. Disponível em: <https://coronavirus.saude.gov.br/sobre-a-doenca#o-que-e-covid>. Acesso em: 9 abr. 2021.

BRASIL. **Resolução – RDC nº 356, de 23 de março de 2020**. Dispõe, de forma extraordinária e temporária, sobre os requisitos para a fabricação, importação e aquisição de dispositivos médicos identificados como prioritários para uso em serviços de saúde, em virtude da emergência de saúde pública internacional relacionada ao SARS-CoV-2. 2020b. Disponível em: <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-356-de-23-de-marco-de-2020-249317437>. Acesso em: 9 abr. 2021.

CARISTAN, C. L. **Laser Cutting Guide for Manufacturing**. Society of Manufacturing Engineers: Michigan, 2003.

GORNI, A. A. Prototipagem rápida, a revolução 3D. **Revista do Plástico Industrial**, São Paulo, p. 513-525, nov. 2013.

GORNI, A. A. Prototipagem rápida: o que é, quem faz e por que utilizá-la. **Revista do Plástico Industrial**, São Paulo, p. 230-239, mar. 2001.

HORVATH, J.; CAMERON, R. **Mastering 3D Printing: a Guide to Modeling, Printing, and Prototyping**. 2. ed. São Paulo: Apress 2020.

JORGE, E. F. *et al.* Face Shield for Life 3D: produção colaborativa, usando a comunidade de makers, dos protetores faciais padrão RC3 para os profissionais de saúde. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 13, n. 2, Edição Especial, p. 513-525, 2020.

OPAS. **Folha informativa sobre COVID-19**. 2020. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875. Acesso em: 9 abr. 2021.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Coronavírus**. 2020. Disponível em: https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_2. Acesso em: 9 abr. 2021.

PEREIRA, H. G. et al. Comportamento mecânico do poli (ácido láctico) com diferentes pigmentações para a impressão 3D de componentes para aplicação em próteses e órteses. *In*: 22º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 2016, Natal. **Anais [...]** Santa Maria: Centro Universitário Franciscano, 2016.

PHAM, D. T.; GAULT, R. S. A comparison of rapid prototyping technologies. **International Journal of Machine Tools and Manufacture**, v. 38, n. 10-11, p. 1257-1287, 1998.

PINTO, M. O. C.; MAIA, M. C.; THIRÉ, R. M. S. M. **Estudo da biocompatibilidade in vivo de arcabouço de poli(ácido láctico) (PLA) fabricados por impressão 3D para aplicações em engenharia tecidual.** 2016. Disponível em: <https://bit.ly/31XpC76>. Acesso em: 9 abr. 2021.

POMPEU, J. C. B. *et al.* **O uso de tecnologia da informação para o enfrentamento à pandemia da Covid-19:** Nota Técnica nº 38. 2020. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica/200706_nt_diest_n_38.pdf. Acesso em: 9 abr. 2021.

PRUSA. **Prusa Protective Face Shield – RC3.** 2020. Disponível em: <https://www.prusaprinters.org/prints/25857-prusa-protective-face-shield-rc3>. Acesso em: 9 abr. 2021.

STANSBURY, J. W.; IDACAVAGE, M. J. 3D printing with polymers: Challenges among expanding options and opportunities. **Dental Materials**, v. 32, n. 1, p. 54-64, 2016.

VOLPATO, N. **Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D.** São Paulo: Blucher, 2017.

WESEMANN, C. et al. 3-D printed protective equipment during Covid-19 pandemic. **Materials**, v. 13, n. 8, p. 1997, abr. 2020.

YILBAS, B. S. **The Laser Cutting Process.** São Paulo: Elsevier, 2017.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA ATENDIMENTO DE CONDICIONANTE DE LICENÇA AMBIENTAL DE OBRA PÚBLICA: um estudo de caso em Joinville

**Environmental education to meet environmental license conditions of public works: a
case study in joinville**

Letícia de Souza Araújo Visentainer¹

Kleber Renan de Souza Santos¹

Resumo: Este trabalho teve como objetivo avaliar a educação ambiental na rede pública de ensino no município de Joinville – SC, busca compreender quais são os esforços realizados por parte do corpo docente, no sentido de proporcionar ações que despertem a consciência ambiental dos alunos, e a partir do diagnóstico apresentar propostas de educação ambiental para o cumprimento de condicionante de licença ambiental de obra pública. Como base para o desenvolvimento da avaliação, foi elaborado um questionário semiestruturado, disponibilizado on-line aos professores. Constatou-se que a educação ambiental se faz presente nas escolas de forma interdisciplinar. Os resultados evidenciam ainda, que 83,3% dos professores estão empenhados em desenvolver a Educação Ambiental em sala de aula e ficou evidente que os professores estão conscientes da importância de desenvolver atividades relacionadas à Educação Ambiental nas aulas ministradas, para a formação de seres humanos conscientes do seu papel no mundo. Destaca-se a importância de promover educação ambiental crítica, envolvendo alunos, professores e a comunidade no reconhecimento de problemas locais e na proposição de medidas solidárias que contribuam para melhoria da qualidade de vida e preservação dos recursos naturais.

Palavras Chave: Educação Ambiental. Recursos Naturais. Professores. Qualidade de vida.

Abstract: This work aimed to evaluate environmental education in the public school system in the city of Joinville - SC, seeking to understand what are the efforts made by the faculty, in order to provide actions that awaken the environmental awareness of students, and from of the diagnosis, present proposals for environmental education to comply with the condition of an environmental license for public works. As a basis for the development of the evaluation, a semi-structured questionnaire was made available to teachers online. It was found that environmental education is present in schools in an interdisciplinary way. The results also show that 83.3% of teachers are committed to developing Environmental Education in the classroom and it was evident that teachers are aware of the importance of developing activities related to Environmental Education in the classes taught for the training of conscious human beings. their role in the world. The importance of promoting critical environmental education is highlighted, involving students, teachers and the community in recognizing local problems and proposing solidarity measures that contribute to improving the quality of life and preserving natural resources.

Keywords: Environmental Education. Natural Resources. Teachers. Quality of life.

Introdução

Aspectos históricos conceituais e institucionais sobre a educação ambiental

A Educação Ambiental tem uma história recente de consolidação. Sua relevância é decorrente da gravidade dos problemas ambientais, que se globalizam e se complexificam com o desenvolvimento capitalista da sociedade industrial e técnico-informacional. A educação está comprometida em firmar um dever com uma sociedade global responsável em questões

¹ Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIASSELVI – Rodovia BR 470 – Km 71 – nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniassevi.com.br.

ambientais, resultado de esforços incessantes de pesquisadores, ambientalistas e educadores em traduzir acordos internacionais e formular uma Agenda de Educação Ambiental com características amplas e abrangentes. A estratégia é reconsiderar os princípios e valores que constituem o ensino, a escola, a família e o espaço de trabalho (DALMORA, 2011, p. 3).

A Educação Ambiental, como determina a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei 9.795/99) e o Decreto 4.281/02 que a regulamenta, é um importante instrumento para a implementação de quaisquer empreendimentos que, de alguma forma, afetem o meio ambiente e, por consequência, a qualidade de vida das populações (BRASIL, 1999).

Quintas, Gomes e Uema (2006) afirmam que ela permite que indivíduos e grupos se considerem cidadãos sociais que podem entender a complexidade do relacionamento entre sociedade e natureza e estão comprometidos em prevenir riscos e danos ao ambiente social. Através de movimentos em ambientes físicos naturais e construídos.

A Constituição Federal, publicada em 1988, estabelece em seu Art. 225 que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, [2017]).

Nesse sentido, “[...] cabe à Educação Ambiental auxiliar a sociedade a vencer o analfabetismo ambiental, que consiste na ignorância dos problemas ambientais, das ameaças da sustentabilidade dos ecossistemas e da própria circunstância de vida da humanidade” (DIAS, 2004, p. 3).

A Educação Ambiental Formal (EAF), de acordo com a Proposta Curricular de Santa Catarina (PCSC) de 2014, é estabelecida pela justificativa de uma educação para o ambiente que se tornou imprescindível quando as populações começaram a sofrer os impactos negativos, ambientais e socioambientais, como a contaminação do ar, das águas, do solo, desflorestamento, extinção de espécies, violências, ocupações territoriais inadequadas, dentre outras, que serviram de indicadores e alerta para o reconhecimento do papel da educação ambiental na construção e mobilização dos sujeitos, no resgate de valores e na ação social, comprometidos simultaneamente com toda forma de vida (SANTA CATARINA, 2014).

Educação ambiental no âmbito Federal

A Lei nº 9.394 instituída em 1996 estabelece as diretrizes e bases da educação nacional (BRASIL, 1996). Esta preconizou o surgimento de outras legislações no âmbito federal e estadual que visaram constantes adequações para melhoria do sistema educacional.

Em 1999 foi instituída a Política Nacional de Educação Ambiental, por meio da Lei nº 9.795. O Artigo 10º, no parágrafo 1º traz um importante adendo que justifica a forma como a educação ambiental veio a ser aplicada nos anos subsequentes: a orientação de que a educação ambiental não deveria ser implantada como disciplina específica no currículo do ensino básico.

Após muita discussão e debate, foi homologada a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em 2017 para o ensino infantil e fundamental, e em 2018 para o ensino médio.

A BNCC é um instrumento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e gradual de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de maneira a assegurar seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento de acordo com o que ordena o Plano Nacional de Educação – PNE (BRASIL, c2020).

A Base é guiada pelos princípios morais, políticos e estéticos descritos no Guia Curricular Nacional de Educação Básica, e acrescenta os seguintes objetivos: orientar a educação brasileira em direção a uma composição humanística completa e construir uma sociedade justa, democrática e inclusiva (BRASIL, c2020).

Educação ambiental no âmbito Estadual

Em 2005, após seis anos da publicação da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/99) surge a Política Estadual de Educação Ambiental, por meio da Lei nº 13.588/05, que estabelece diretrizes para a execução da mesma no estado de Santa Catarina, fornecendo conceitos responsabilidades e competências nesse âmbito. O Art. 21 confere à Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável e à Secretaria de Estado da Educação, Ciência e Tecnologia a responsabilidade pela coordenação, gestão e planejamento da Política Estadual de Educação Ambiental – PEEA (SANTA CATARINA, 2005).

Conforme recomenda a Política Estadual de Educação Ambiental, o Decreto nº 3.726 de 2010 regulamenta o Programa Estadual de Educação Ambiental de Santa Catarina – ProEEA/SC, que visa estabelecer uma série de ações estratégicas, metodologias e critérios dispostas no supracitado decreto. Conforme declarado no decreto, o Instituto do Meio Ambiente – IMA é responsável por promover ações de educação ambiental e integrá-las aos planos de proteção, restauração e uso sustentável do meio ambiente (SANTA CATARINA, 2020).

As legislações Estaduais supracitadas legitimam a responsabilidade do poder público frente a crescente complexidade dos problemas socioambientais e são importantes não só por seu caráter histórico acerca dos processos de construção da Educação Ambiental no estado, mas também por possibilitar a visibilidade do assunto frente ao poder público (SANTA CATARINA, 2018).

Refletindo o processo tardio de consolidação da educação ambiental como política pública em nível nacional, percebe-se que a educação ambiental em Santa Catarina, no processo educativo de âmbito formal, também teve sua inserção tardiamente (RODRIGUES, 2018).

Pela escassez de informações, pouco se sabe a respeito das atividades de educação ambiental desenvolvidas nas escolas de Santa Catarina, uma vez que não há documentos oficiais que forneçam informações e permitam traçar um panorama sobre essa realidade em nível estadual (RODRIGUES, 2018).

Justificativa

Levando em consideração o momento histórico que está sendo vivenciado, ocasionado pela pandemia mundial de COVID-19, somado ao colapso ambiental do planeta, inerente às ações antrópicas, e às evidências científicas de que a manutenção da espécie humana no planeta encontra-se ameaçada, faz-se necessário despertar a consciência ambiental principalmente das novas gerações, e esse despertar se dá principalmente nas escolas, motivo pelo qual é de suma importância que os professores estejam devidamente habilitados e empenhados nessa função.

Segundo Medeiros, Ribeiro e Ferreira (2011), podemos analisar que a EA não é trabalhada como deveria de acordo com os PCN's e com a Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999, não há efetivamente o desenvolvimento de uma prática educativa que integre disciplinas. O modo como a Educação Ambiental é praticada nas escolas e nas salas de aulas, é através de projeto especial, extracurricular, sem continuidade, fragmentado e desarticulado.

Nesse sentido, a realização deste trabalho contribui para promover a Educação Ambiental – EA, na medida que o diagnóstico sobre a sua prática no âmbito das salas de aula é aplicado. Tendo como público alvo os professores da rede municipal de ensino em Joinville – SC, este servirá como base para formulação e aplicação de metodologias diversas de EA.

Metodologia

Caracterização do município de Joinville

A cidade de Joinville está localizada no sul do país, mais especificamente, no nordeste de Santa Catarina. Sua área é de 1.135,05 km², dos quais 196,5 km² em áreas urbanas e 933,33 km² em áreas rurais (PREFEITURA DE JOINVILLE, 2016).

A ocupação humana da área de Joinville foi originalmente realizada pelos povos indígenas da tribo Carijó e, posteriormente, pelos tradicionais índios de Taquara-Itararé (BANDEIRA, 2004 *apud* PREFEITURA DE JOINVILLE, 2010b). Os índios se beneficiaram de ricos recursos naturais, como rios, manguezais e a baía de Babitonga. A cidade foi fundada em 1851, devido ao plano colonial alemão, aonde chegaram os primeiros imigrantes europeus. O primeiro local ocupado pelos novos moradores foi à margem direita do rio Cachoeira (PREFEITURA DE JOINVILLE, 2010a). A cidade prosperou rapidamente e sua população atingiu 12.000 mil habitantes em vinte e seis anos. Hoje, a população é de aproximadamente 590.466 mil habitantes (IBGE, 2010), tornando-a a maior cidade do estado.

Um aspecto relevante do município é a alta pluviosidade na área em que Joinville está localizada. Por exemplo, de 1996 a 2004, a precipitação média anual foi de 2238,0 mm, a menor média em 2003 foi de 1401,8 mm e a maior média em 1998 foi de 3048,4 mm. Devido a seu índice pluviométrico a cidade é apta para realizar a coleta de água da chuva para o abastecimento urbano (CARLON, 2005 *apud* PREFEITURA DE JOINVILLE, 2010b). No entanto, a chuva de hoje é um dos fenômenos naturais que tem maior impacto negativo no dia a dia os moradores urbanos. Em Joinville, grandes inundações experimentando impactos da água da chuva são comuns e foram registrados desde a fundação do município (PREFEITURA DE JOINVILLE, 2010a).

Contextualização Socioambiental do Município de Joinville

A cidade concentra maior parte da atividade econômica na indústria, com destaque para os setores metalmeccânico, têxtil, plástico, metalúrgico, químico e farmacêutico. Joinville nasceu de acordo com os requisitos contratuais estipulados no acordo colonial, e o crescimento da cidade está diretamente relacionado à expansão da base econômica industrial, que levou ao crescimento populacional (PREFEITURA DE JOINVILLE, 2016).

Em termos de características econômicas, o PIB per capita de Joinville é de R\$ 47.442,90. Quando falamos de educação, a taxa de escolarização de seis a quatorze anos de idade é de 97,3 %. Comparado a outros municípios da região, o índice de desenvolvimento da educação na rede pública municipal de ensino coloca Joinville em 6º lugar no ranking do estado (IBGE, 2017).

O Índice de Desenvolvimento Humano – IDH é de 0,809 em 2010, o que, comparado a nível estadual, o deixa em 4º posição e a nível Brasil o município fica em 21º no ranking. Esse IDH situa o município na faixa de Desenvolvimento Humano muito alto (IDHM entre 0,800 e 1). O indicador que mais contribuiu para o IDH do município é a longevidade, com índice de 0,889, seguida da renda, com índice de 0,795, e da educação, com índice de 0,749 (IBGE, 2010).

Aspectos ambientais do município

O município de Joinville está inserido no Bioma Mata Atlântica, e possui as seguintes formações: floresta ombrófila densa de terras baixas e formações associadas como manguezal, floresta ombrófila densa submontana, floresta ombrófila densa montana e a floresta ombrófila densa Alto montana. Inserida na formação alto montana, encontramos, ainda, os campos de altitude (PREFEITURA DE JOINVILLE, 2010b).

A região apresenta um grande potencial em recursos hídricos, proporcionado pela combinação de chuvas intensas com densa cobertura florestal remanescente. A hidrografia local é fortemente influenciada por aspectos estruturais e geomorfológicos. A rede de drenagem

natural da região apresenta formato dendrítico, com leitos encachoeirados e encaixados em vales profundos, com vertentes curtas nos cursos superior e médio. As planícies de inundação apresentam baixa declividade e grande sinuosidade natural (PREFEITURA DE JOINVILLE, 2010b).

Joinville possui uma característica distinta, comparado aos outros municípios de Santa Catarina – SC, que também apresentam a presença da mata atlântica, pois traz quase toda a fisiologia vegetal e a presença de ecossistemas, como manguezais e restingas, que são abrigos de vegetação e flora característica (PREFEITURA DE JOINVILLE, 2018).

As diferentes tipologias da Floresta Ombrófila Densa tornam a região de Joinville rica em biodiversidade, podendo ocorrer mais de 950 espécies. Inicialmente essas florestas cobriam quase toda a extensão de Joinville, atualmente se limitam às colinas, montanhas e alguns remanescentes de florestas em altitude de até 30 metros acima do nível do mar (PREFEITURA DE JOINVILLE, 2016).

Método utilizado

O presente estudo foi realizado no município supracitado, através de em questionário (apêndice 1) aplicado à professores do ensino fundamental e ensino médio da rede municipal. Neste questionário foram abordadas as técnicas utilizadas pelos professores relativas às questões de educação ambiental, checando, portanto, a ocorrência de desenvolvimento de práticas, a relevância da Educação Ambiental – EA no ensino, a frequência e a forma com que o tema é tratado em sala de aula e o interesse dos alunos pelo assunto.

O questionário foi enviado aos docentes por meio da plataforma digital Whatsapp, para facilitar o acesso dos entrevistados em responderem a pesquisa. As respostas foram coletadas pela plataforma do Google Formulários, onde já gerou automaticamente os gráficos de pizza de acordo com as respostas coletadas.

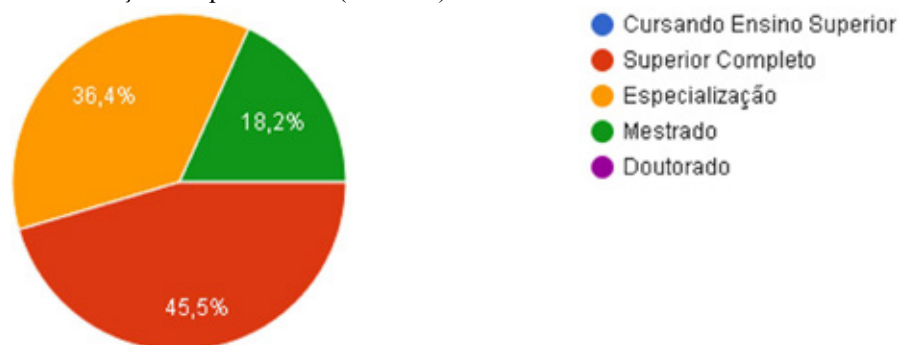
A pesquisa propôs um método quantitativo e qualitativo. A pesquisa em educação ambiental refere-se a fenômenos humanos e sociais, históricos e culturais, que não podem ser medidos quantitativamente, mas podem ser entendidos de maneira holística e complexa, podendo também ser interpretados e analisados sob uma perspectiva qualitativa. A pesquisa qualitativa é exploratória porque incentiva os entrevistados a pensar livremente sobre um determinado tópico (TOZONI-REIS, 2008 *apud* TAVARES, 2013).

Resultados e discussão

Foram entrevistados 12 professores, o perfil dos entrevistados apresenta variação de idade entre 18 e 50 anos e 90,9% são do sexo feminino. Quando observamos na Figura 1 a formação dos professores, podemos constatar que mais da metade (54,6%) buscou ampliar seus conhecimentos com alguma especialização ou mestrado na área de atuação.

Segundo Pilati (2006), as especializações são uma forma de treinamento projetada para verticalizar o conhecimento técnico e científico após a graduação. Sua versatilidade também permite que profissionais diversos as utilizem para atualizar ou até aprofundar e conhecer novas áreas.

Figura 1. Nível de formação dos professores (Joinville).



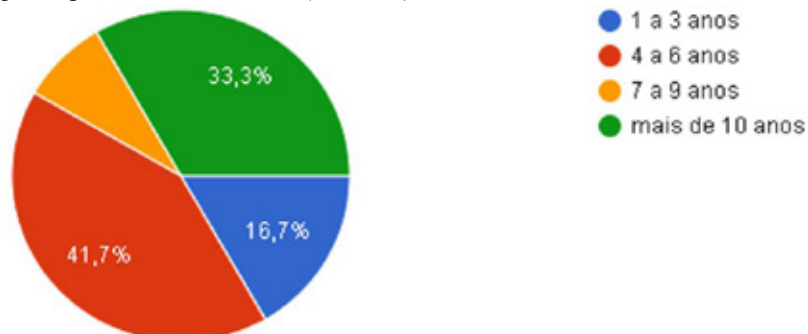
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Quanto ao tempo de experiência no magistério (Figura 2), percebe-se que os professores já possuem uma vasta experiência na área da educação, cerca de 41,7% lecionam entre 4 a 6 anos e 33,3 % já lecionam a mais de 10 anos.

Percebe-se que 16,7 % dos professores estão no início da carreira, sendo, dessa forma, mais fácil de se adequar às demandas da nova sociedade, pois esses profissionais já possuem um perfil mais aberto para o aprendizado contínuo.

Para Tardif e Raymond (2000), também se deve especificar o amplo significado que damos ao “saber”, incluindo o conhecimento, as habilidades dos professores e as atitudes, ou seja, o que é comumente conhecido como conhecimento, fazendo e sabendo como fazê-lo. A experiência reflete a avaliação dos próprios professores quanto ao conhecimento passado para os alunos.

Figura 2. Tempo que os professores lecionam (Joinville).



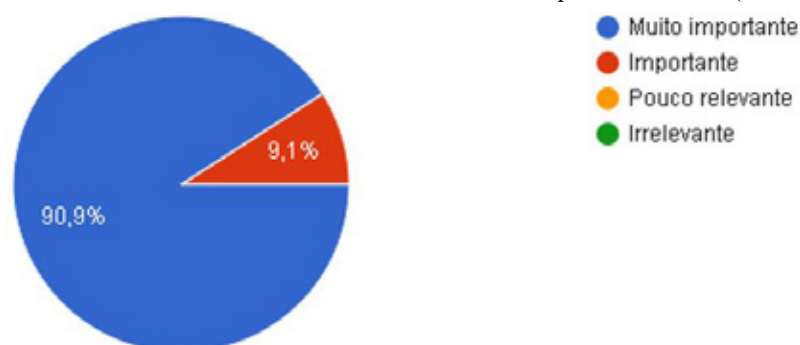
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

As áreas de especialização dos docentes foram bem variadas, foram entrevistados professores de Artes, Ciências, Educação Física, Educação Básica, Língua Inglesa e Matemática, o que podemos interpretar de maneira positiva, já que Tomazello e Ferreira (2001), afirmam que a aplicação da EA pode ser inserida em todas as disciplinas devido às variedades de temas e objetivos que ela contempla, já que todos os componentes ambientais estão constantemente interagindo com o nosso dia a dia. . Dessa forma, cada professor pode contribuir para EA, trabalhando, de alguma forma, temas que sejam cotidianos e pertinentes à realidade da comunidade escolar.

Concepções de educação ambiental dos professores

Na Figura 3 observa-se que 90,9% dos professores consideram muito importante fazer uso do tema EA nas disciplinas de forma geral, como uma ação positiva para formação dos estudantes.

Figura 3. A importância de abordar temas relacionados à EA, nas disciplinas escolares (Joinville).



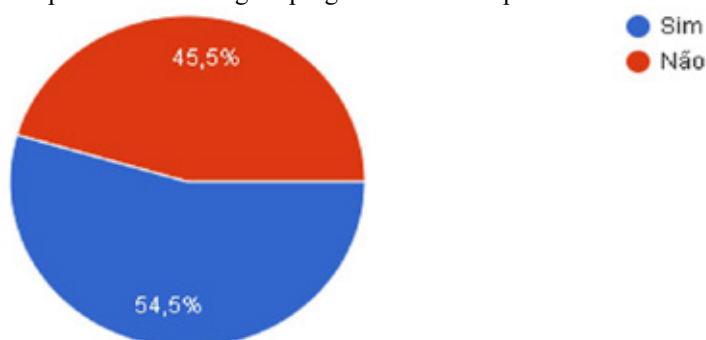
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

No campo acadêmico, vários autores compartilharam a importância da educação ambiental de maneira multidisciplinar. Segundo Almeida (2013), a escola deve assumir a responsabilidade por meio da EA, mobilizando as comunidades escolares e outras partes da sociedade para ajudar a melhorar a infraestrutura social, serviços públicos e atividades comunitárias, auxiliando, assim, a transformação social e ambiental.

Para Gama e Borges (2010) *apud* Gavião e Lima (2014), a educação ambiental é um processo crítico e participativo, que valoriza o uso sustentável dos recursos naturais por meio de métodos ecológicos, sociais, econômicos, políticos e culturais. Seguindo a linha de raciocínio dos autores citados, os temas ambientais vão além da participação de profissionais especializados na área como biólogos, engenheiros ambientais, oceanógrafos, entre outros, já que os impactos ambientais afetam a sociedade como um todo.

Sobre a participação dos professores em algum programa ou curso que aborde a Educação Ambiental, os resultados mostram que 54,5 % dos entrevistados já realizaram algum tipo de curso ou programa que ampliasse seus conhecimentos sobre a EA (Figura 4).

Figura 4. Participação dos professores em algum programa ou curso que aborde o tema educação ambiental.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Medina (2001) acredita que as características específicas da Educação Ambiental tanto a nível temático como metodológico, precisa de um processo específico de treinamento de professores para implementar a EA nas escolas. Como qualquer outro campo do conhecimento, a EA possui certas peculiaridades conceituais e entender corretamente essas peculiaridades é de suma importância para ser aplicada de forma correta. A Educação Ambiental é um campo de conhecimento cheio de contradições e possui um histórico complexo, que torna mais difícil seu processo de assimilação.

Quando questionados se a EA influencia de forma positiva na formação de cidadãos conscientes de seu papel no mundo, foi unânime o posicionamento dos professores, todos afirmaram positivamente que a EA pode influenciar um ser humano a refletir sobre seus impactos no meio ambiente, como se pode observar na Figura 5:

Figura 5. A educação ambiental pode influenciar positivamente o cidadão do seu papel no mundo?



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Segundo Virgens (2011), a educação visa formar cidadãos que têm a capacidade de identificar os problemas sociais e ambientais do mundo em que vive. E é papel da escola criar condições de aprendizado voltadas para a educação ambiental, visando à questão de que não há como as escolas e os professores de diferentes disciplinas se esquivarem dos problemas que o mundo está enfrentando, essas questões ambientais requerem atenção especial para proteger a vida humana e o meio ambiente.

Identificar as principais atividades desenvolvidas, os objetivos, as experiências vivenciadas e as metodologias empregadas

Nesta terceira etapa do questionário os professores foram questionados se na disciplina que lecionam, eles abordam o tema meio ambiente, ou desenvolvem alguma prática de EA. Como resultado desta pergunta 83,3% dos entrevistados afirmaram positivamente que realizam alguma prática ou aborda o tema relacionado a EA e 16,7 % não fazem uso da EA na aplicação de sua disciplina (Figura 6).

Como uma continuação desta pergunta, foi solicitado para os professores que afirmaram que realizam alguma atividade que descrevessem as atividades desenvolvidas. Na tabela 1 podemos observar as respostas das atividades relatadas. Observa-se que 25% dos professores utilizam o projeto horta na escola como alternativa para desenvolver o tema Educação Ambiental junto aos alunos. Dos projetos mais relevantes, 31,1 % trabalha a reciclagem de resíduos de alguma forma (Tabela 1).

Tabela 1. Projetos desenvolvidos ou temáticas trabalhadas relacionadas à educação ambiental.

PROJETOS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	%
Reciclagem	18,6%
Não geração de resíduos	12,5%
Horta na escola	25%
Economia de água	12,5%

Datas comemorativas do MA	12,5%
Excursões	6,3%
Estudo do tema	6,3%
Estudos de impactos ambientais	6,3%

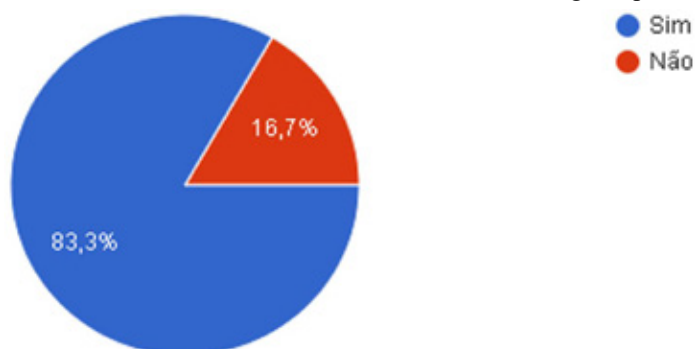
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Também foi solicitado para os 16,7 % dos professores, que não fazem nenhuma prática relacionada à EA (Figura 6), que descrevessem o motivo pelo qual não abordavam essa temática. Obtiveram-se poucas respostas, mas no geral o motivo pela não inclusão do tema EA nas aulas, foi pelo fato do professor lecionar uma disciplina que não é específica da área ambiental, também foi relatado que não tinham essa percepção de elencar a disciplina lecionada com o tema em questão.

Implementar a Educação Ambiental nas escolas não é uma tarefa fácil, de acordo com Andrade (2000), fatores como o tamanho da escola, o número de alunos e professores, a propensão desses professores a passar pelo processo de treinamento e a disposição do conselho de realizar um projeto ambiental são alguns dos problemas enfrentados. Além do que foi exposto, também pode se tornar obstáculo para a implementação da educação ambiental, o fato da educação ambiental não ser realizada por meio de disciplina específica.

É necessário incentivar e dar condições aos professores para o desenvolvimento de práticas educativas ambientais no contexto escolar, para que os estudantes se tornem mais críticos e atuantes na sociedade em que vivemos.

Figura 6. Na sua disciplina você aborda o tema meio ambiente ou desenvolve alguma prática de educação ambiental?



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Quando indagados sobre as práticas abordadas nas datas comemorativas do meio ambiente, abriu-se um leque de atividades que já são desenvolvidas pela grande maioria dos professores. A Tabela 2 traz as atividades que são desenvolvidas juntamente com os alunos nessas datas comemorativas.

O que percebemos é que os professores já desenvolvem projetos relacionados ao meio ambiente, e que os mesmos estão empenhados em mostrar para os alunos a importância da sustentabilidade e os cuidados que devemos ter com o meio ambiental.

Tabela 2. Atividades desenvolvidas nas datas comemorativas do meio ambiente.

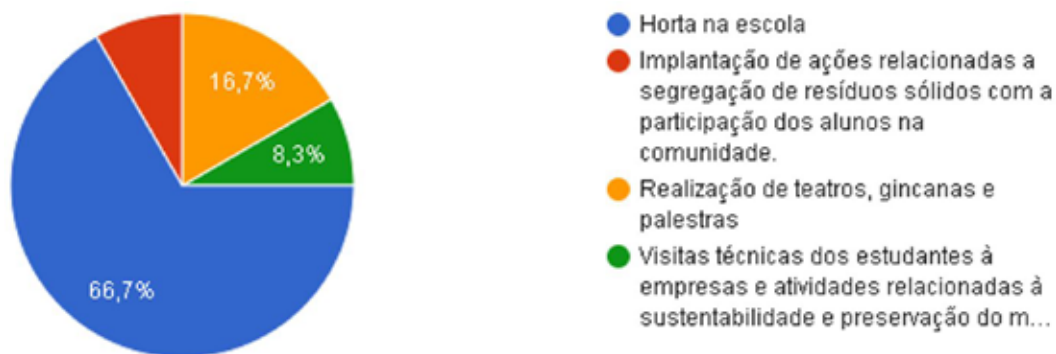
ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	%
Projetos de reciclagem	10%
Atividades lúdicas relacionadas ao tema	20%
Plantio de árvores	10%
Passeios ecológicos	10%
Palestras	30%
Não desenvolve nenhuma atividade	20%

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Segundo (FERREIRA, 2005, p. 315 *apud* TAVARES, 2013), “O termo sustentabilidade refere-se a manter algo ao longo do tempo”. Com base nesse conceito, é muito importante ter como alvo a qualidade de vida das gerações presentes e futuras. Tais temas e fenômenos incorporam práticas educacionais no ambiente escolar, que despertam a responsabilidade social e ambiental dos alunos (Tavares, 2013). Com base nos relatos dos autores supracitados, percebe-se que a implantação de projetos e estudo da temática de EA nas aulas, tem alta relevância na formação dos estudantes, no que se refere ao meio ambiente.

Dentro do conceito de projetos desenvolvidos no âmbito escolar, foi proposto aos professores que escolhessem dentro das opções descritas no Gráfico 7 qual projeto seria mais adequado para implantar na instituição de ensino que lecionam, e 66,7% (Figura 7) afirmaram que a horta na escola é o projeto que mais se adequaria à realidade da instituição.

Figura 7. Projetos viáveis para implantar na escola.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Seguindo esse panorama, implantar uma horta na escola traz muitos benefícios tanto para educação dos alunos, como para o seu bem estar. Segundo Böhm, Böhm, Rodrigues e Júnior (2017) a construção de hortas orgânicas conscientiza as pessoas da necessidade de mudar nossas atitudes em relação ao meio ambiente e à saúde humana, pois reflete a importância de proteger o meio ambiente. Ensinando que os alimentos devem ser produzidos de forma sustentável, sem causar nenhum dano ao meio ambiente e a saúde.

Os professores foram questionados sobre os objetivos que possuem referente à implantação da temática de EA em suas disciplinas, por meio de projetos. As respostas apresentadas pelos professores vão ao encontro do questionamento feito anteriormente sobre a realidade da instituição de ensino para implantação de projetos de EA na escola, 40% dos professores relataram que gostariam de trabalhar o projeto horta na escola com os alunos.

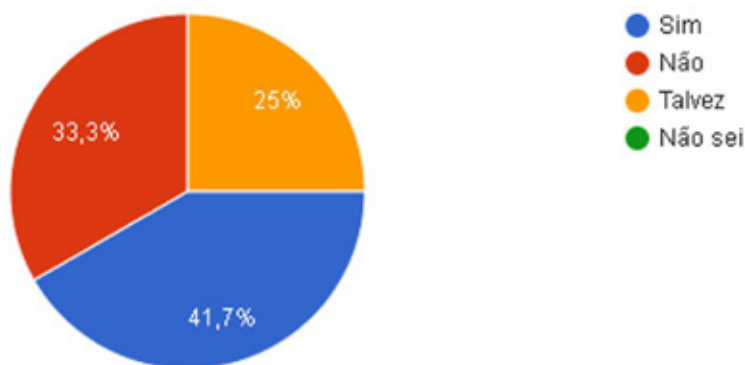
Principais carências e dificuldades para realização da educação ambiental

Considerando o momento em que o mundo está vivendo com a pandemia do novo coronavírus, cientificamente identificado como SARS-COV-2, causador da doença COVID-19. Senhoras (2020) relata que com impacto da nova pandemia de coronavírus foi adotado pelos países como plano de ação para a maioria das pessoas, uma estratégia temporária de isolamento social para resguardar a população da contaminação pelo COVID-19, determinando o fechamento das unidades escolares, o que afetou 1,7 bilhão de estudantes de diferentes níveis e escopos (representando 90% de todos os estudantes do mundo) (UNESCO, 2020).

Nesse contexto, foi solicitado aos professores a opinião deles referente à quarentena, se atrapalha ou não a realização de atividades e práticas relacionadas a EA. Como podemos ver no Gráfico 8; 41,7 % dos entrevistados afirmaram positivamente que a quarentena afeta de alguma forma a realização de trabalhos relacionados a EA.

Para Senhoras (2020) a pandemia afetou os professores e alunos de diferentes níveis e faixas etárias, devido à falta de trilhas de aprendizado alternativas para a realização da educação a distância, o que dificulta a interação dos professores e alunos na obtenção de informações.

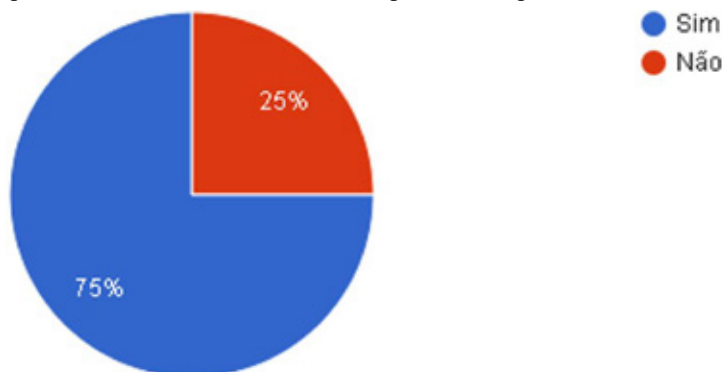
Figura 8. Quarentena atrapalha a aplicação de atividades práticas sobre educação ambiental.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Quando questionados sobre a inclusão das atividades relacionadas à EA nas aulas neste período de quarentena, 75% (Figura 9) dos professores afirmaram que inclui de alguma maneira a temática nas aulas ministradas. O que se percebe é a preocupação dos professores em destacar a importância da EA, para equilibrar a relação entre o homem e o meio ambiente.

Figura 9. Professores que incluem a EA nas suas aulas no período de quarentena.



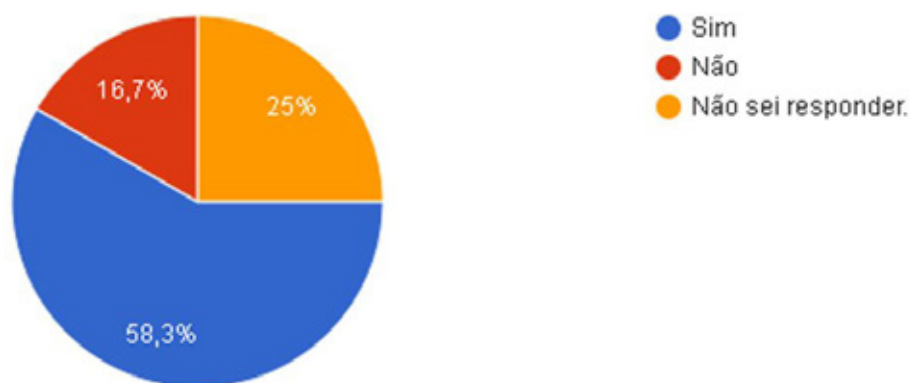
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Senhoras (2020) afirma que a disseminação da pandemia do COVID-19 teve um impacto complexo na educação porque, apesar da assimetria, o mundo está cheio de desigualdades, de forma preocupante entre classes sociais, o que dificulta a distribuição da educação a distância.

Com o intuito de concluir o impacto do COVID-19 na aplicação das aulas, os professores foram questionados sobre as dificuldades de compartilhar assuntos relacionados à EA com os alunos, e a maior parte relatou que o afastamento dificultou a realização de atividades acadêmicas em função da falta de interesse tanto dos alunos como dos pais em dar continuidade às atividades.

Para finalizar o questionário, foi perguntado aos professores se eles consideravam que a EA, deveria ser abordada com mais ênfase em alguma disciplina específica. Na Figura 10, observa-se o posicionamento dos professores perante este questionamento.

Figura 10. A educação ambiental deve ser abordada em alguma disciplina específica.



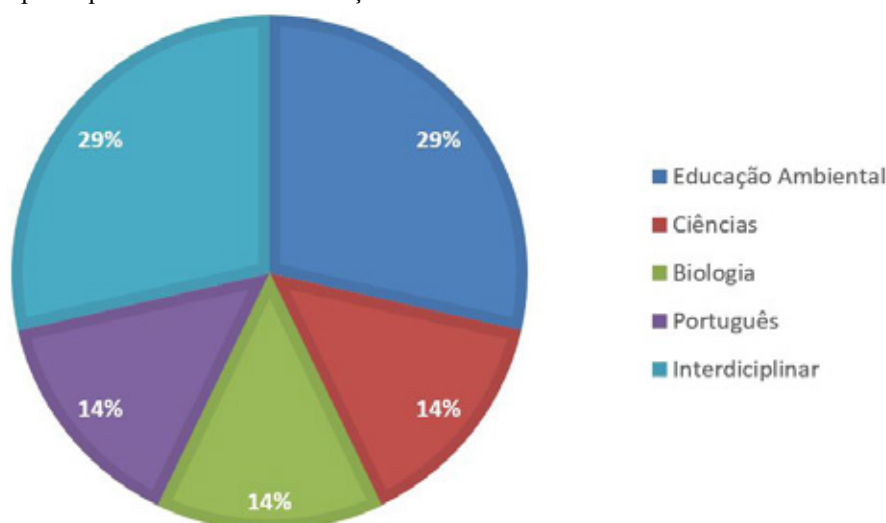
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Dos professores entrevistados, 58,3 % acreditam que a educação ambiental deve ser abordada em alguma disciplina específica, 16,7 % relataram que não deve ser abordada em uma disciplina específica e 25 % não souberam responder.

Constata-se com essas respostas que muitos professores não conhecem os documentos que norteiam sua prática pedagógica, e que as escolas não cobram esses docentes a inserirem dentro da sua disciplina temas relacionados à EA. Como traz a BNCC, cabe aos sistemas e redes de ensino, assim como às escolas, em suas respectivas esferas de autonomia e competência, incorporar aos currículos e às propostas pedagógicas a abordagem de temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora.

Aos 58,3 % dos professores que acreditam que a EA deve ser abordada em uma disciplina específica, foi solicitado que mencionassem em qual disciplina deveria ser abordada a temática, a Figura 11 traz as respostas para essa questão.

Figura 11. Disciplina que deve abordar a educação ambiental.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Observando a Figura 11, constata-se que 29% dos professores acreditam que deveria haver uma disciplina específica de Educação Ambiental, 29% acha que a temática EA deveria ser interdisciplinar, ou seja, trabalhada em todas as disciplinas, 14% diz que a Biologia seria a disciplina mais adequada para trabalhar a temática, 14% acha que a disciplina de Português é a mais adequada e os outros 14% escolheram a disciplina de ciências.

Ações de educação ambiental a partir do diagnóstico

Após o diagnóstico dos resultados apresentados a partir das respostas do questionário (Apêndice 1), contate-se que a Educação Ambiental ainda carece de projetos e ações que envolvam mais os professores e alunos, de forma direta. Segundo Morgado (2006) a preocupação dos professores em trabalhar a EA, torna-se um ponto favorável para desenvolver e implantar atividades e ações na área.

O projeto horta na escola foi considerado o mais fácil de trabalhar segundo os professores entrevistados. A educação alimentar é diretamente ligada com a EA, já que o conhecimento e a prática permite aos alunos selecionar e consumir os alimentos de forma segura e adequada, permitindo, dessa forma, que eles aprendam a respeitar o meio ambiente e viver de forma sustentável (MORGADO, 2006).

Outros projetos também foram avaliados para serem implantados nas escolas, como a escola lixo zero, que traz no seu conceito a redução de 90% dos resíduos enviados para o aterro, direcionando os resíduos gerados para a reciclagem, evitando a geração de passivo ambiental.

Visitas ao aterro sanitário e palestras relacionadas ao meio ambiente, também são projetos fáceis de implantar e que mostram a realidade do impacto dos resíduos que geramos no meio ambiente.

Considerações finais

Baseado nos resultados proporcionados pela pesquisa realizada, quando analisamos as concepções de EA dos professores conclui-se que 83,3% dos professores estão empenhados em desenvolver a Educação Ambiental em sala de aula. Ficou evidente que os docentes possuem consciência de que é de extrema importância a inserção da Educação Ambiental nas aulas ministradas para formação de seres humanos consciente de seu papel no mundo.

Podemos identificar que as principais atividades desenvolvidas pelos professores são ações relacionadas aos resíduos sólidos, como a segregação dos resíduos e a não geração, e que os docentes possuem como objetivo criar cidadãos conscientes dos seus impactos ambientais no mundo. Pode-se evidenciar também que a falta de capacitação dos professores dificulta o desenvolvimento de práticas de EA em sala de aula, nesse ponto a escola possui grande papel na condução da educação ambiental, pois ela como empregadora pode cobrar que seus professores se especializem na área para introduzir um conteúdo rico de informações e de acordo com o momento vivenciado, como a pandemia do novo coronavírus, que criou amplas repercussões negativas nos diferentes níveis da educação.

Destaca-se a urgência de incentivo governamental para inserir na grade curricular obrigatória, uma disciplina específica para Educação Ambiental, onde possa ser abordada mais profundamente por um profissional especializado, para que o tema seja exposto como principal e não como um complemento. Como sugestões de temáticas ambientais pode-se trabalhar a reciclagem, a não geração de resíduos, a implantação da compostagem, reaproveitamento da água da chuva, geração de energia solar, o impacto do plástico na natureza, aquecimento global dentre outros temas relacionados.

Diante desse contexto pode-se afirmar que o desenvolvimento de práticas de Educação Ambiental no ambiente escolar resulta em ganhos ambientais para a sociedade, para a Biodiversidade e para a manutenção da vida no planeta, pois cidadãos conscientes reciclam, respeitam os animais e buscam o equilíbrio ambiental tornando a vida mais sustentável.

Referências

ALMEIDA, J. P. Formação docente para a promoção da Educação Ambiental: o caso de uma escola estadual em Maceió (AL). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 8, n. 1, p. 114-129, fev. 2013. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/1820>. Acesso em: 25 jun. 2020.

ANDRADE, D. F. Implementação da Educação Ambiental em Escolas: uma reflexão. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 1-10, out. 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267507234_Implementacao_da_Educacao_Ambiental_em_Escolas_uma_reflexao. Acesso em: 25 jun. 2020.

BRASIL. **Lei nº 13.415, de 2017**. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília, 16 fev. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm#art3. Acesso em: 31 maio 2020.

BRASIL. **Lei nº 9795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, 27 abr. 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em: 31 maio 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 20 dez. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 31 maio 2020.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República [2017]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 9 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da educação. **Base Nacional Comum Curricular**. c2020. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 31 maio 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Instrução normativa nº 2, de 27 de março de 2012**. Instituto Brasileiro do meio ambiente e dos recursos naturais renováveis. Brasília, Diário Oficial da União. 2012. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/Inst-Normativa-Ibama-002-de-27-03-2012-sobre-Programa-EA-para-Licenciamento.pdf>. Acesso em: 15 maio 2020.

BÖHM, F. Mara L. Z.; BÖHM, P. A. F.; RODRIGUES, I. C.; SANTANA JÚNIOR, M. P. Utilização de hortas orgânicas como ferramenta para Educação Ambiental. **Luminária**, União da Vitória, v. 19, n. 01, p. 20-26, 2017. Disponível em: <http://periodicos.unespar.edu.br/index.php/luminaria/article/view/1460>. Acesso em: 18 jun. 2020.

DALMORA, E. **Educação Ambiental**. Indaial: Uniasselvi, 2011. 207 p. Disponível em: <https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=7893>. Acesso em: 15 maio 2020.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004.

GAVIÃO, L. O.; LIMA, G. B. A. Diagnóstico multidisciplinar da Educação Ambiental no Ensino Médio Brasileiro: Aplicação e indicadores de desempenho em uma escola de Niterói (RJ). **Ensino, Saúde e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 46-63, ago. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.22409/resa2014.v7i2.a21189>. Acesso em: 17 jun. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica**. IBGE, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/joinville/pesquisa/40/30277?indicador=78193>. Acesso em: 25 jun. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo 2010. **População estimada do município de Joinville**. IBGE, Santa Catarina, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/joinville/panorama>. Acesso em: 31 maio 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Índice de Desenvolvimento Humano – IDH**. IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/joinville/panorama>. Acesso em: 25 jun. 2020.

MEDINA, M. N. Secretaria de educação fundamental. A formação dos professores em Educação Fundamental. *In*: MEC. **Panorama da Educação Ambiental no Ensino Fundamental**. Oficina. Brasília: MEC, 2001. p. 17-19. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/panorama.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2020.

MEDEIROS, M. C. S.; RIBEIRO, M. C. M.; FERREIRA, C. M.A. **Meio ambiente e educação ambiental nas escolas públicas**. 2011. Disponível em: <https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-ambiental/meio-ambiente-e-educacao-ambiental-nas-escolas-publicas/>. Acesso em: 16 jul. 2020.

MORGADO, F.S. **A horta escolar na educação ambiental e alimentar**: experiência do Projeto Horta Viva nas escolas municipais de Florianópolis. 2006. 50 f. TCC (Graduação de Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/118768/230911.pdf?sequence>. Acesso em: 25 jun. 2020.

NARCIZO, K. R. S. Uma análise sobre a importância de trabalhar educação ambiental nas escolas. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, [S.l.], v. 22, set. 2012. p. 1517-1256. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/2807/1585>. Acesso em: 17 jun. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA – UNESCO. **Colisão global da educação**. 2020. Disponível em: <https://pt.unesco.org/covid19/educationresponse/globalcoalition>. Acesso em: 9 abr. 2021.

PILATI, O. Especialização: falácia ou conhecimento aprofundado? **Revista Brasileira de Pós-graduação**, [S.l.], v. 3, n. 5, p. 1-20, 2006. Disponível em: <http://ojs.rbpg.capes.gov.br/index.php/rbpg/article/view/93>. Acesso em: 17 jun. 2020.

PREFEITURA DE JOINVILLE. Secretaria de Agricultura e Meio. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica**. Joinville, 2018. 137 p. Disponível em: <https://bit.ly/3bUO4vp>. Acesso em: 25 jun. 2020.

PREFEITURA DE JOINVILLE. **Área Urbana Consolidada de Joinville**. Joinville, 2016. 156 p. Disponível em: <https://www.joinville.sc.gov.br/publicacoes/area-urbana-consolidada-de-joinville-metodologia-de-identificacao-e-delimitacao-e-diagnostico-socioambiental/>. Acesso em: 31 maio 2020.

PREFEITURA DE JOINVILLE. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Joinville**. Joinville, 2010a. 164 p. Disponível em: <https://www.joinville.sc.gov.br/publicacoes/plano-municipal-de-saneamento-basico-pmsb/>. Acesso em: 31 maio 2020.

PREFEITURA DE JOINVILLE. **Plano e Educação Ambiental, através de Comunicação Social e Mobilização Pública no âmbito do Projeto Viva Cidade**. Joinville, 2010b. 64p. Disponível em: <https://prefeituradigital.joinville.sc.gov.br/public/prefeituradigital/servicos/anexos/R03.PlanoEducacao.pdf>. Acesso em: 31 maio 2020.

QUINTAS, J.S; GOMES, P.M & UEMA, E. E. **Pensando e Praticando a Educação ano Processo de Gestão Ambiental**: Uma concepção pedagógica metodológica para a prática da educação ambiental no licenciamento. Brasília: IBAMA, 2006, 2. ed. Acesso em: 16 jun. 2020.

VIRGENS, R. A. **A educação ambiental no ambiente escolar**. 2011. 26 f. TCC (Graduação de Biologia) – Universidade de Brasília e Universidade Estadual de Goiás, Brasília, 2011. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/1753>. Acesso em: 16 jun. 2020.

RODRIGUES, J. C. R. A Educação Ambiental nas Escolas de Santa Catarina. **Revista de Educação Ambiental: Ambiente & Educação**, Santa Rosa do Sul, v. 23, n. 1, p. 140-160, 2018. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/6703/5297>. Acesso em: 31 maio 2020.

SANTA CATARINA. Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina – IMA. Secretaria de Estado da casa Civil. **Educação Ambiental**. Florianópolis, 2020. Disponível em: <http://www.ima.sc.gov.br/index.php/ecosistemas/educacao-ambiental/educacao-ambiental> . Acesso em: 31 mai 2020.

SANTA CATARINA. Secretaria de estado da educação. **Educação Ambiental Políticas e Práticas Pedagógicas**. 2. ed. Florianópolis: Gráfica Coan, 2018. 68 p. Disponível em: <http://www.sed.sc.gov.br/documentos/cadernos-sobre-as-diversidades-e-os-temas-que-os-compoem/7375-caderno-educacao-ambiental-politicas-e-praticas-pedagogicas-nea/file>. Acesso em: 31 maio 2020.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Educação. **Proposta Curricular de Santa Catarina**: 2. ed. Florianópolis: Univali, 2014. Disponível em: <http://www.sed.sc.gov.br/professores-e-gestores/16977-nova-proposta-curricular-de-sc-2014>. Acesso em: 31 maio 2020.

SANTA CATARINA. **Lei nº 13.558, de 17 de novembro de 2005**. Dispõe sobre a Política Estadual de Educação Ambiental – PEEA – e adota outras providências. Florianópolis, SC, 17 nov. 2005. Disponível em: http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2005/13558_2005_Lei.html. Acesso em: 31 maio 2020.

SENHORAS, E. M. Coronavírus E Educação: Análise Dos Impactos Assimétricos. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, Boa Vista, v. 2, n. 5, p. 128-136, mar. 2020. Disponível em: <https://revista.ufrb.br/boca/article/view/Covid-19Educacao/2945>. Acesso em: 18 jun. 2020.

TAVARES, A. C. C. **Diagnóstico sobre a prática da educação ambiental no ensino médio na escola de educação básica Presidente Artur da Costa e Silva, Município de Xanxerê – SC**. 2013. 56 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios) – Diretoria de Pesquisa e Pós-graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4521/1/MD_GAMUNI_2014_2_2.pdf. Acesso em: 16 jun. 2020.

TARDIF, M.; RAYMOND, D. Saberes, tempo e aprendizagem do trabalho no magistério. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 21, n. 73, p. 209-244, dez. 2000. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302000000400013&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 17 jun. 2020.

TOMAZELLO, M. G. C.; FERREIRA, T. R. C. Educação Ambiental: Que Critérios Adotar Para Avaliar A Adequação Pedagógica De Seus Projetos? **Ciência & Educação**, Piracicaba, v. 7, n. 2, p. 199-207, 03 ago. 2001. Disponível em: http://arquivo.ambiente.sp.gov.br/cea/cea/Texto_avaliacao_ea.pdf. Acesso em: 25 jun. 2020.

APÊNDICE 1 – DIAGNÓSTICO SOBRE A PRÁTICA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM DOCENTES DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO EM JOINVILLE

Esta pesquisa é para realizar um diagnóstico da prática da Educação Ambiental em escolas de Joinville. (Curso de Engenharia Ambiental – Uniasselvi / Indaial).

*Obrigatório

1. Qual sua idade? *

- 18 a 35 anos
- 36 a 50 anos
- 51 a 70 anos
- mais de 70 anos

2. Sexo *

- Feminino
- Masculino

3. Formação *

- Cursando Ensino Superior
- Superior Completo
- Especialização
- Mestrado
- Doutorado
- Outro: _____

4. Qual disciplina você leciona? *

R: _____

5. Para qual série você leciona? (você pode escolher mais de uma opção) *

- Educação infantil
- Ensino Fundamental (séries iniciais)
- Ensino Fundamental (séries finais)
- Ensino Médio

6. A quanto tempo você leciona? *

- 1 a 3 anos
- 4 a 6 anos
- 7 a 9 anos
- mais de 10 anos

7. Na sua opinião qual a importância de abordar temas relacionados à Educação Ambiental nas disciplinas escolares para a formação dos estudantes? *

- Muito importante
- Importante
- Pouco relevante
- Irrelevante

-
8. Você já participou de algum programa ou curso que aborde a Educação Ambiental? *
- Sim
 Não
9. Na sua disciplina você aborda o tema meio ambiente ou desenvolve alguma prática de educação ambiental? *
- Sim
 Não
10. Se não aborda o tema meio ambiente e nem desenvolve práticas de educação ambiental, comente porquê.
R: _____
11. Se você aborda o tema meio ambiente ou desenvolve alguma prática de educação ambiental, descreva.
R: _____
12. Das ações de Educação Ambiental citadas a seguir, na sua opinião, qual se encaixaria melhor na realidade da instituição que você leciona? *
- Horta na escola
 Implantação de ações relacionadas à segregação de resíduos sólidos com a participação dos alunos na comunidade.
 Realização de teatros, gincanas e palestras
 Visitas técnicas dos estudantes à empresas e atividades relacionadas à sustentabilidade e preservação do meio ambiente.
13. Na sua opinião a Educação Ambiental pode influenciar positivamente na formação de cidadãos conscientes de seu papel no mundo? *
- Sim
 Não
 Tem pouca influência
14. Dentro das experiências que você possui como educador, o tema Educação Ambiental tem trazido contribuições positivas para a sua prática docente? *
- Sim
 Não
 Pouco contribui
 Irrelevante
15. Como são abordadas em sua prática como professor as datas comemorativas do Meio Ambiente? *
- R: _____
16. Considerando o período de pandemia em nível mundial, na sua opinião, a quarentena atrapalha a aplicação de atividades práticas sobre Educação Ambiental? *
- Sim
 Não
 Talvez
 Não sei

17. Nesse período de quarentena por conta da pandemia do COVID-19, você incluiu em suas atividades propostas aos alunos temas relacionados à Educação Ambiental? *

Sim

Não

18. Tem alguma sugestão ou relato de experiência positiva ou de dificuldade que gostaria de compartilhar relacionada à Educação Ambiental nesse período de quarentena? *

R: _____

19. Qual ação relacionada à Educação Ambiental você como educador gostaria de realizar com os alunos? *

R: _____

20. Na sua opinião, você considera que a educação ambiental deve ser abordada mais fortemente em alguma disciplina específica? *

Sim

Não

Não sei responder.

21. Se sim, em qual disciplina? *

R: _____

COMPARATIVO DA MISTURA ASFÁLTICA DO TIPO SMA COM FIBRAS DE CELULOSE E FIBRAS DO BAGAÇO DE CANA

Comparison of sma type asphalt mixture with cellulose fibers and sugar cane fibers

Camila Eyng da Silva¹

Manoel Ricardo Dourado Correia

André Luiz Moura

Roberto Lucio Correa Bueno

Resumo: As misturas asfálticas do tipo *Stone Matrix Asphalt* (SMA) oferecem uma granulometria de agregados descontínua. O aditivo para estabilizar a mistura betuminosa mais usual nos dias de hoje é a fibra de celulose, porém importada da Alemanha. Este estudo consiste em verificar a viabilidade da introdução de fibras do bagaço de cana, um resíduo orgânico, como um aditivo nas misturas betuminosas do tipo SMA, quando comparado com as fibras de celulose. Adicionalmente, apresenta uma maior vantagem na parte ambiental, pois devido ao descarte incorreto da matéria orgânica, é gerado um grande volume do resíduo sem reaproveitamento. Para tal estudo, foram realizadas misturas com adição de 0,3% de fibra do bagaço de cana e 0,3% fibra de celulose. O ensaio de escorrimento Schellenberg foi realizado a fim de definir o teor ótimo de fibra, de modo que no final do ensaio o escorrimento fosse menor a 0,3%. Para a resistência à tração, os resultados mostraram que as duas fibras obtiveram o mesmo valor de 1,3 Mpa, e que as fibras do bagaço de cana obtiveram valores menores em relação à estabilidade e fluência comparada à fibra de celulose, porém todos os resultados dentro das especificações exigidas pelo DER-SP. Com esses resultados, com relação aos aditivos estabilizantes em misturas asfálticas, pode-se afirmar que a fibra orgânica derivada do bagaço de cana apresenta uma ótima alternativa em substituição ao uso de fibra de celulose.

Palavras-chave: Mistura asfáltica SMA. Fibra de celulose. Fibra do bagaço de cana.

Abstract: Asphalt mixtures of the Stone Matrix Asphalt (SMA) type offer discontinuous aggregate granulometry. The additive to stabilize the bituminous mixture that is most common today is cellulose fiber, but imported from Germany. This study consists of verifying the feasibility of introducing sugarcane bagasse fibers, an organic residue, as an additive in SMA bituminous mixtures, when compared with cellulose fibers. Additionally, it presents a greater advantage in the environmental part, because due to the incorrect disposal of organic matter, a large volume of waste is generated without reuse. For this study, mixtures were made with the addition of 0.3% fiber from sugarcane bagasse and 0.3% cellulose fiber. The Schellenberg run test was carried out in order to define the optimal fiber content, so that at the end of the run the run was less than 0.3%. For the tensile strength, the results showed that the two fibers obtained the same value of 1.3 Mpa, and that the fibers of the sugarcane bagasse obtained lower values in relation to the stability and creep compared to the cellulose fiber, however all the results within the specifications required by DER-SP. With these results, in relation to stabilizing additives in asphalt mixtures, it can be said that the organic fiber derived from sugarcane bagasse presents a great alternative to replace the use of cellulose fiber.

Keywords: Asphalt mix SMA. Cellulose fiber. Cane bagasse fiber.

Introdução

Atualmente, temos um grande aumento de fluxo nos transportes rodoviários do nosso país e conseqüente diminuição da vida útil da obra. Segundo a Confederação Nacional dos Transportes, o pavimento no Brasil é projetado para durar entre 8 e 12 anos, e algumas regiões, como os Estados Unidos, os pavimentos são estudados e feitos para atender uma demanda de 25 anos (CNT, 2017).

¹ Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIasselvi – Rodovia BR 470 – Km 71 – nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br.

Hoje, existem dois tipos de pavimentos rodoviários: rígidos e flexíveis. O revestimento dos pavimentos rígidos é composto por placas de concreto de Cimento Portland. Já os flexíveis apresentam uma combinação de ligante asfáltico e agregados, podendo ainda ter em sua composição aditivos e materiais de preenchimento, conhecido como filer.

Além dos dois tipos de pavimentos, tem-se as misturas asfálticas a quente e a frio, possibilitando diversas opções de pavimentos para serem escolhidas e determinadas de acordo com projeto, custos e região.

O SMA, conhecido nos Estados Unidos como *Stone Matrix Asphalt*, é um tipo de mistura asfáltica utilizada em pavimentos rodoviários, pistas de tráfego pesado e aeroportos, foi desenvolvida na Alemanha na década de 1960 (NAPA, 2002).

A mistura do tipo SMA é de granulometria descontínua, composta em grande quantidade de agregados graúdos, entre 70% e 80% retirado na peneira nº 10, sendo os vazios preenchidos por uma argamassa que seria uma mistura de ligante asfáltico, pó de pedra, filer e fibras (BLASIUS, 2016).

Com a presente pesquisa será realizado testes em laboratório para analisar o uso das fibras do bagaço da cana em comparação às fibras de celulose. Dessa forma, acredita-se que esses estudos possam apresentar resultados satisfatórios que atendam o mínimo exigido pelo DER-SP.

A opção pela solução para o uso de fibras do bagaço de cana deve-se à sustentabilidade e ao descarte ecológico da matéria-prima, à qual se atribui uma resistência elevada ao pavimento flexível e também a apresentar uma alternativa de baixo custo para reduzir o impacto ambiental.

O objetivo principal deste trabalho é verificar a viabilidade da introdução de fibras do bagaço de cana, um resíduo orgânico, como um aditivo nas misturas betuminosas do tipo SMA, quando comparado às fibras de celulose.

Materiais e métodos

Este estudo consiste em analisar a viabilidade das duas fibras na dosagem das misturas asfálticas SMA com o ligante CAP 80-90 W, agregados graúdos, agregados miúdos e cal.

Os resultados da dosagem das misturas com fibra do bagaço de cana e fibra de celulose serão apresentados e comparados através dos ensaios Marshall e de compressão diametral.

Observa-se que a faixa de trabalho, que foi definida a partir da curva granulométrica de projeto (Figura 2), deve respeitar a tolerância indicada para cada peneira, porém mantendo os limites da faixa granulométrica.

Após a definição da curva, foram separados e peneirados os agregados, pesando-se cada parte para preparar as misturas, respeitando tolerância.

Agregados

Os agregados escolhidos para serem empregados nesta pesquisa foram 30,0% de B-1 19 mm e 43,0% de B-0 e 21,0% de pó de pedra, provenientes da Empresa Petra Agregados, situada em Queimado, estado do Rio de Janeiro. A seleção dos agregados foi feita de forma a enquadrar as misturas na faixa 0/11 S da Especificação Técnica DRE/SP e em razão de suas boas características, sendo algumas delas mostradas no Anexo 1.

Os ensaios foram realizados no laboratório da empresa MJRE, construtora situada em Duque de Caxias, estado do Rio de Janeiro.

Material de enchimento – filer

O material de enchimento deve ser de natureza mineral finamente dividido, tal como cimento Portland até o limite de 2%, cal extinta ou pó calcário, conforme DNER-EM 367. Para a mistura asfáltica, foi utilizada 2,0% da Cal tipo CH1 da empresa Minascal, e 4,0% do material de enchimento tipo “filer” da Pedreira Santa Isabel.

Ligante asfáltico

Para a mistura realizada no comparativo das fibras, foi utilizada o cimento asfáltico 80-90 W do fornecedor Probitec, sendo o nosso asfalto modificado por polímero do tipo SBS, conforme informação fornecida pelo Laboratório da MJRE.

Observa-se que na Tabela 1 os ensaios realizados então dentro das especificações exigidas por norma. Todos os dados completos estão no Anexo 2. As temperaturas do ligante para mistura e compactação e do agregado foram determinadas utilizando a especificação de serviço DNER-ES 385/99 – Pavimentação – Concreto Asfáltico com Asfalto Polímero.

Fibras

Fibras do bagaço de cana

Antes do bagaço de cana se tornar fibra, o material foi coletado em lanchonetes da região de Blumenau – Santa Catarina e, posteriormente, seco ao sol por algumas semanas. Após o material previamente seco, foi moído utilizando um triturador de mandioca, transformando-se em finos.

Após esse processo, foi realizado um peneiramento de 1,2 mm para separar as fibras maiores, as que não moeram o suficiente, e o que ficou retido na peneira será utilizada para a mistura.

Posteriormente, o material foi encaminhado ao laboratório para a secagem da fibra em uma estufa para agilizar o processo de secagem.

Para a obtenção da fibra de celulose, é um processo totalmente diferente, pois é necessário processos químicos de alta complexidade e também gera grandes efluentes.

Fibras de celulose

A fibra de celulose utilizada no comparativo é do tipo Topcel, fornecida pela empresa Betunel. Atualmente, a fibra de celulose é a mais utilizada em misturas asfálticas do tipo SMA, sendo comercializada na forma de pellets. A empresa alemã J. Rettenmaier & Söhne produz essa fibra, conhecida comercialmente como VIATOP 66.

A quantidade utilizada na mistura foi determinada conforme valor máximo obtido no ensaio de escorrimento (AASHTO T305-97), que foi de 0,3% em peso de amostra.

Composição da mistura

A composição da amostra de mistura asfáltica tipo SMA foi realizada seguindo a especificação técnica ET-DE-P00/031, com os corpos de prova sendo compactados com 50 golpes por face. Após o processo de mistura de todas as partes que compõem a massa asfáltica, foram moldados e ensaiados quatro corpos de prova cilíndricos com diâmetro de 10,3 cm e a altura variável entre 6,21 a 6,29 cm.

Os agregados quando são misturados para formar a mistura betuminosa devem ser aquecidos a temperaturas de 5 °C a 10 °C, superior à temperatura do cimento asfáltico, sem ultrapassar 177 °C, conforme a especificação técnica do DER-SP. Nessa mistura, a temperatura máxima do agregado foi de 170 °C e a temperatura para compactação foi de 150 °C.

A Tabela 1 contém as características exigidas para a mistura do tipo SMA, para corpos de prova compactados, segundo o método Marshall.

Tabela 1. Requisitos para a mistura.

Características	Método de Ensaio	Parâmetros
% de vazios totais		4
Vazios do Agregado Mineral – VAM (%)		≥17
Vazios da fração graúda do agregado na mistura compactada – VCAMIX (%)		≤ VCADRC
Porcentagem de fibras de celulose		0,3 a 1,5
Escorrimento na temperatura de usinagem, máximo, %	ASTM D 6390 ou AASHTO T 305 ou “ensaio de Schellenberg”	0,3
Resistência à Tração por Compressão Diametral Estática a 25 °C, mínima, MPa	NBR 15087	0,6

Fonte: (DER/SP-ET-DE-P00/031, 2007).

Nesse ensaio, a compactação foi executada com 50 golpes por face do corpo de prova, e a densidade máxima da mistura foi executada 2 horas após a mistura.

Ensaio realizado com as amostras de SMA

Determinação do escorrimento de Schellenberg

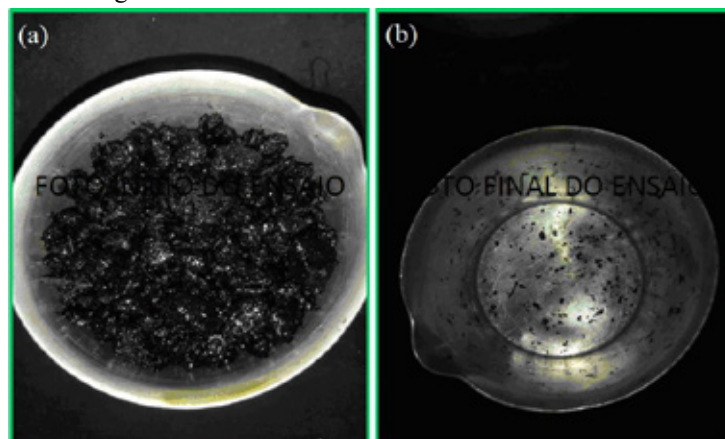
Para determinar o escorrimento do ligante asfáltico e saber o percentual das fibras, a Especificação Técnica do DER-SP (2007) menciona três tipos de ensaios: ASTM D 9690, AASHTO T 305 ou Ensaio de Schellenberg.

Para esse comparativo, realizou o Ensaio de Schellenberg indicado na norma europeia EN 12697-18, que consiste em inserir em um recipiente 1000 g da mistura betuminosa. A mistura fica um período de uma hora à temperatura de compactação dentro de uma estufa. Após esse tempo, o recipiente é retirado da estufa e virado com a base para cima por dez segundos. É pesado o recipiente com o material que sobrou em suas laterais.

Essa porcentagem não deve exceder a 0,3% para ser considerada satisfatória, deve ser inferior ou igual a 0,2%.

Na Figura 1, a imagem (a) apresenta a mistura de agregados com ligante antes do ensaio, e a imagem (b) é o material que fica retido no recipiente.

Figura 1. Ensaio de Schellenberg.



Fonte: Adaptada de MJRE Construtora (2019).

Para uma avaliação mais minuciosa, o resultado do ensaio de escorrimento está no Anexo 2.

Determinação da resistência à tração por compressão diametral

A configuração desse ensaio considera a aplicação de duas forças concentradas e diametralmente opostas de compressão em um cilindro, gerando tensões de tração uniformes perpendiculares a esse diâmetro (BERNUCCI *et al.*, 2008).

O ensaio se dá com a aplicação de forças de dois frisos de cargas no corpo de prova cilíndrico, visto que eles apresentam uma superfície lateral irregular e são bem mais deformáveis.

A norma ABNT NBR 15.087/2004 (substituída por NBR 15.087:2012) define os passos e os equipamentos que devem ser utilizados para o ensaio.

Determinação da resistência Marshall

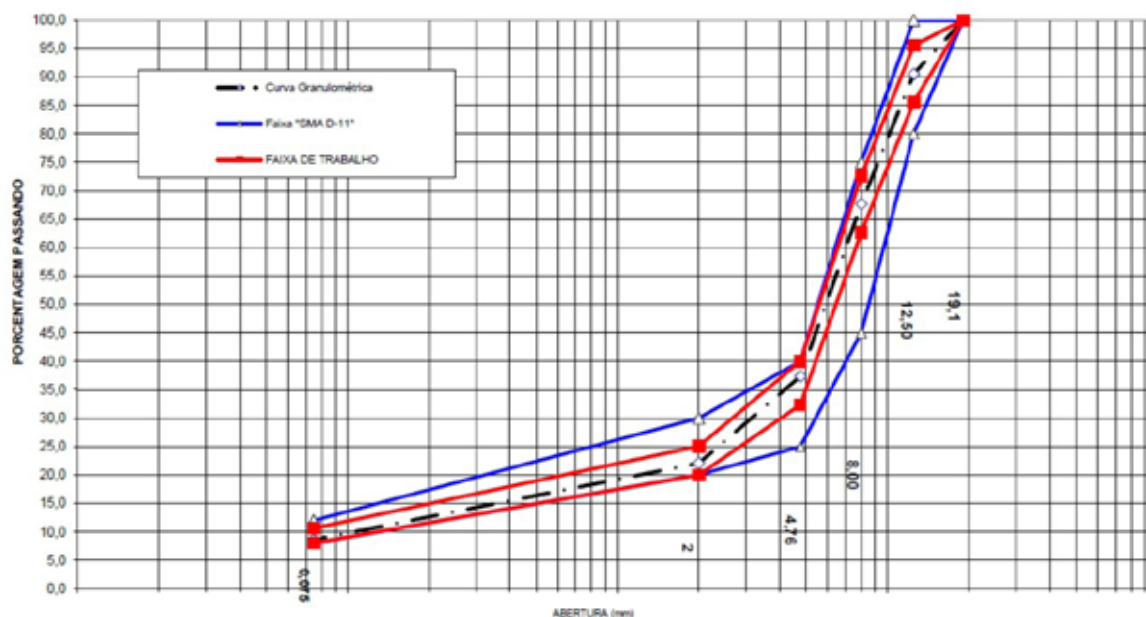
Por meio do ensaio Marshall, conforme NBR 12.891:1993, a mistura asfáltica foi realizada aplicando 50 golpes por face. Para tal estudo, foram moldados quatro corpos de prova para cada teor, adotando teores de 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0% e 6,5% de CAP 80/90 W. Foi acrescentado também em cada mistura uma quantidade de 0,3% de fibra de celulose e fibra do bagaço de cana.

Resultados e discussão

Definição da curva granulométrica

Para o presente estudo, utilizou-se a Faixa II da Especificação Técnica DE-P00/031. Com a definição da faixa de trabalho do SMA foi elaborada a curva granulométrica, conforme a Figura 2.

Figura 2. Gráfico da distribuição granulométrica da mistura.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Dessa forma, apresenta-se a composição dos agregados utilizados conforme a curva granulométrica anterior. Ressalta-se a mesma porcentagem para as duas misturas de cada fibra estudada.

Tabela 2. Composição dos agregados.

COMPOSIÇÃO DOS AGREGADOS %	
B-1 19mm PETRA	29,9%
B-0 PETRA	42,9%
PÓ PETRA	20,9%
CAL CHI MINASCAL	2,0%
FILLER SANTA ISABEL	4,0%
FIBRA DE BAGAÇO DE CANA	0,3%

Fonte: Adaptada de MJRE Construtora (2019).

Somando a quantidade de B-0 e de B-1 se obtém o valor de 72,80%, sendo que para misturas asfálticas SMA a quantidade de agregado graúdo está dentro da faixa de 70% a 80% (Tabela 2).

Resistência da mistura asfáltica com fibras do bagaço de cana e fibras de celulose

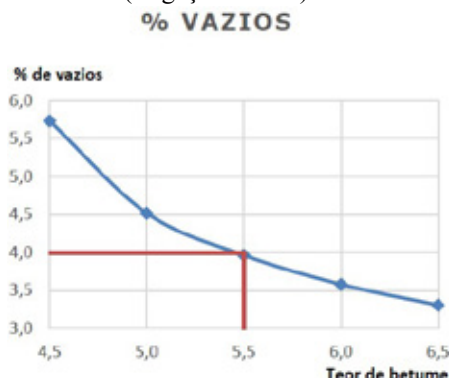
Com base na especificação técnica do DER-SP (2007), o teor ótimo de ligante foi obtido, fixando-se uma porcentagem de vazios totais de 4%.

A partir dos dados apresentados nos Anexos 4 (fibra do bagaço de cana) e 5 (fibra de celulose), foram obtidos dos gráficos mostrados nas Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

Na figura 3, o valor de 4,0 na relação entre teor de betume x volume de vazios é um valor mínimo estipulado, conforme a especificação técnica do DNER-SP (2007).

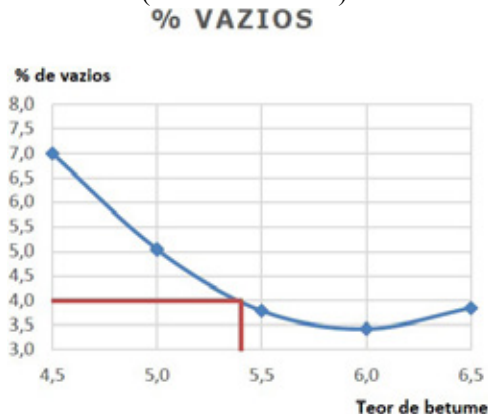
Posteriormente, foi traçado a curva e definido o teor de 5,5% para a mistura com fibra do bagaço de cana e 5,4% para a fibra de celulose, conforme a Figura 4.

Figura 3. Teor de betume x volume de vazios (Bagaço de cana).



Fonte: Adaptada de MJRE Construtora (2019).

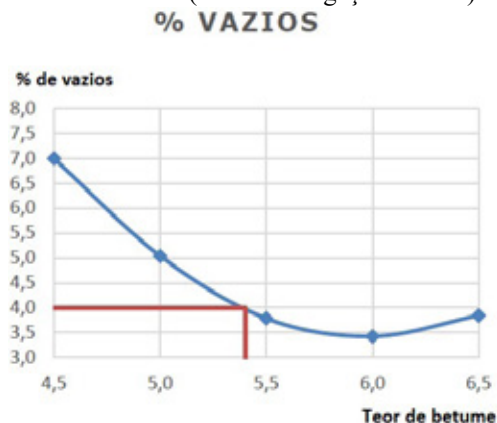
Figura 4. Teor de betume x volume de vazios (Fibra de Celulose).



Fonte: Adaptada de MJRE Construtora (2019).

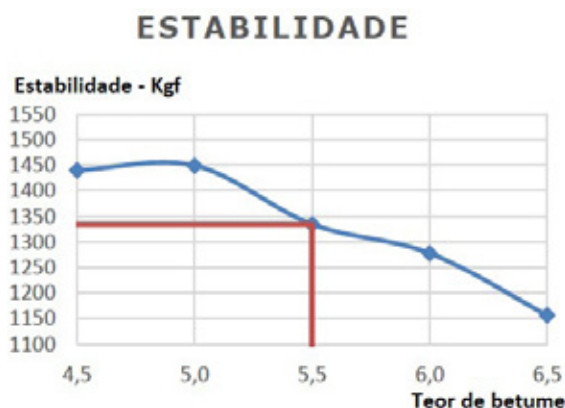
Na Figura 5, a estabilidade da amostra gerou o valor de 1335 kgf com o teor de 5,5% para a amostra de fibra do bagaço de cana. Para a fibra de celulose, o valor da estabilidade foi de 1434 kgf, conforme a Figura 6, ambas com valores acima do mínimo da especificação técnica.

Figura 5. Teor de betume x estabilidade Marshall (Fibra do Bagaço de Cana).



Fonte: Adaptada de MJRE Construtora (2019).

Figura 6. Teor de betume x estabilidade Marshall (Fibra de Celulose).



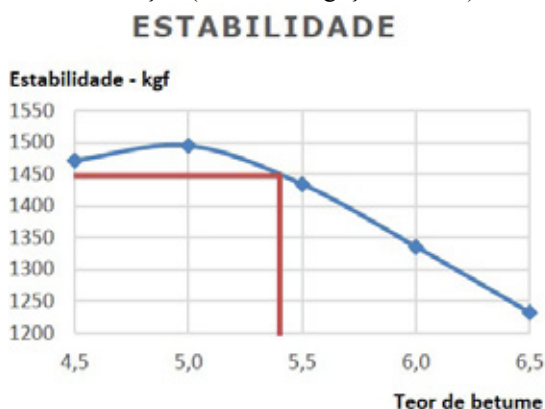
Fonte: Adaptada de MJRE Construtora (2019).

Observa-se que a fibra de celulose apresenta maior estabilidade em comparação à fibra do bagaço de cana. Para uma avaliação minuciosa, os valores completos estão no Anexo 6.

Na Figura 7, a resistência à tração no teor de 5,5% gerou o valor de 1,3 Mpa, mas, no entanto, os teores de 5,0% e 6,0% também obtiveram o mesmo resultado. Na Figura 8, o valor de 1,3 Mpa ficou baixo, comparado com os teores de 5,0% e 4,5% que obteve o valor de 1,4 Mpa.

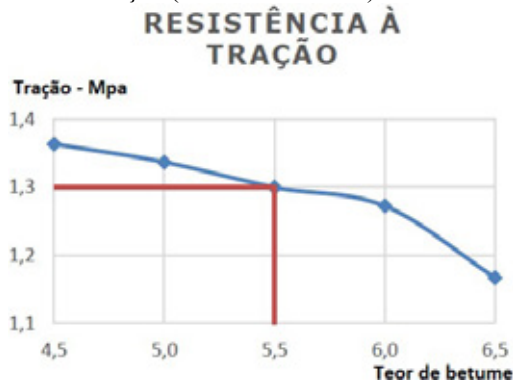
Nas figuras, temos os corpos de prova das misturas asfálticas das duas fibras, porém já deformadas após a realização dos ensaios.

Figura 7. Teor de betume x resistência à tração (Fibra do Bagaço de Cana).



Fonte: Adaptada de MJRE Construtora (2019).

Figura 8. Teor de betume x resistência à tração (Fibra de Celulose).



Fonte: Adaptada de MJRE Construtora (2019).

Conforme a análise das Figuras 7 e 8, obtiveram-se o teor ótimo de ligante, estimado em 5,5% para a Fibra do Bagaço de Cana e 5,4% para a Fibra de Celulose. Esse valor está dentro do estipulado, considerando que varia dentro de 5,0% a 6,0%.

O Anexo 6 mostra os resultados da mistura com bagaço de cana e o Anexo 7 mostra os resultados médios obtidos desse ensaio de resistência à tração com fibras de celulose.

No Anexo 8, é apresentado um resumo de todos os resultados do artigo com a utilização de fibras de celulose, e no Anexo 9, os resultados do projeto com fibras do bagaço de cana.

De acordo com o estudo realizado, os resultados foram satisfatórios. Obteve-se o resultado de 1335 Kgf com a estabilidade Marshall, e o valor médio de resistência à tração por compressão diametral de 1,3 MPa, valores considerados acima do mínimo estabelecido pelo DER-SP (2007).

O percentual de adição de fibra de celulose e fibra do bagaço de cana foi de 0,3% para um escorrimento máximo de 0,3%, o que é um resultado positivo.

Considerações finais

Desta forma, pôde-se concluir que, para este artigo, o uso de fibra do bagaço de cana como aditivo estabilizante para misturas SMA é viável, pois pode trazer tantos benefícios técnicos pela estabilização da mistura SMA quanto sustentável, devido ao descarte incorreto da matéria orgânica e econômica, associada à redução de custos, pois permitiria a substituição das fibras de celulose, atualmente importadas da Alemanha por uma matéria-prima de baixo custo.

Uma sugestão seria pesquisar o uso de outras fibras alternativas à fibra de celulose para estabilização de misturas do tipo SMA, com preferência em materiais orgânicos descartados na natureza. Realizando a mistura do tipo SMA ensaios de módulo de resiliência, fadiga e deformação permanente, com adição de fibra de bagaço de cana, para verificar o desempenho mecânico. Verificando a possibilidade do aumento no percentual de adição da fibra do bagaço de cana, avaliando o seu comportamento com relação à mistura SMA com fibras de celulose.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.087**: Misturas asfálticas –Determinação da resistência à tração por compressão diametral. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.891**: Dosagem de misturas betuminosas pelo método Marshall. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.052**: Solo ou Agregado miúdo – Determinação de equivalente de areia – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1992.

AUGUSTO JÚNIOR, F. **Manual de pavimentação urbana**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1992. p 23.

BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica**: materiais, projetos e restauração. Rio de Janeiro: Oficina de texto, 2007.

BERNUCCI, L. B. *et al.* **Pavimentação asfáltica**: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS; ABEDA, 2008.

BETUNEL TECNOLOGIA EM ASFALTO. **Revestimentos asfálticos SMA: 6º encontro técnico DER-PR.** 2008. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/read/12523319/revestimentos-asfalticos-sma-der>. Acesso em: 09 fev. 2019.

BRASQUÍMICA PRODUTOS ASFÁLTICOS. **Petrodope-c.** c2021. Disponível em: https://www.brasquimica.com.br/produtos/prg_pro.cfm?cod=8. Acesso em: 18 maio 2019.

BLASIUS, L. C. B. **Escorrimento de misturas asfálticas SMA com o uso de lã de vidro como aditivo estabilizante.** 2016. 29 f. TCC (Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?** 2017. Disponível em: <https://cnt.org.br/agencia-cnt/cnt-divulga-estudo-por-que-pavimento-rodovias-brasil-nao-duram-resultados>. Acesso em: 15 fev. 2021.

CAVALCANTE, R. L. *et al.* Mistura asfáltica do tipo SMA produzida com adição de fibras do bagaço de cana-de-açúcar. **Boletim técnico**, São Paulo, 27 jul. 2017. Disponível em: <http://www.sinicesp.org.br/materias/2017/bt08a.htm>. Acesso em: 23 mar. 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de pavimentação.** 2006. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual%20de%20Pavimenta%E7%E3o_05.12.06.pdf. Acesso em: 15 fev. 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-EM 367/97:** Material de enchimento para misturas betuminosas. 1997. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-material-em/dner-em367-97.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2021.

DER-ET-DE-P00/031. **Especificação técnica:** concreto asfáltico tipo SMA. São Paulo: Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo, 2007.

LEITE, L. F. M. Sustentabilidade de pavimentos asfálticos. **Boletim Técnico**, São Paulo, 26 jun. 2013. Disponível: <http://www.sinicesp.org.br/materias/2013/bt07a.htm>. Acesso em: 4 mar. 2018.

MEDINA, I. M. **Bagaço de cana, fonte alternativa de alimento.** 2011. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao/bagaco-de-canadeacucar-fonte-alternativa-de-alimento-70151n.aspx?r=1310911316>. Acesso em: 13 maio 2018.

MJRE CONSTRUTORA. **Controles laboratoriais.** 2019. Disponível em: <https://mjre.com.br/controles-laboratoriais/>. Acesso em: 15 fev. 2021.

MOURÃO, F. A. L. **Misturas asfálticas de alto desempenho do tipo SMA.** 2013. 151 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

NATIONAL ASPHALT PAVEMENT ASSOCIATION (NAPA). **Design and Construction SMA mixtures: state of the practice.** 2002. Disponível em: <https://www.il-asphalt.org/files/5114/4890/3754/NAPA-QIP122-DesigningAndConstructingSMAMixtures.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2021.

PESQUISA FAPESP. **Propriedades do bagaço de cana de açúcar**. 1998. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/1998/04/01/propriedades-do-bagaco-da-cana-de-acucar/>. Acesso em: 10 abr. 2018.

ROHDE, L. **Estudo de misturas asfálticas de módulo elevado para camadas estruturais de pavimentos**. 2007. 250 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SENÇO, W. de. **Manual técnico de pavimentação**: volume 1. 2. ed. São Paulo: Pini, 2007.

SENÇO, W. de. **Manual de técnicas de pavimentação**. São Paulo: Pini, 1997.

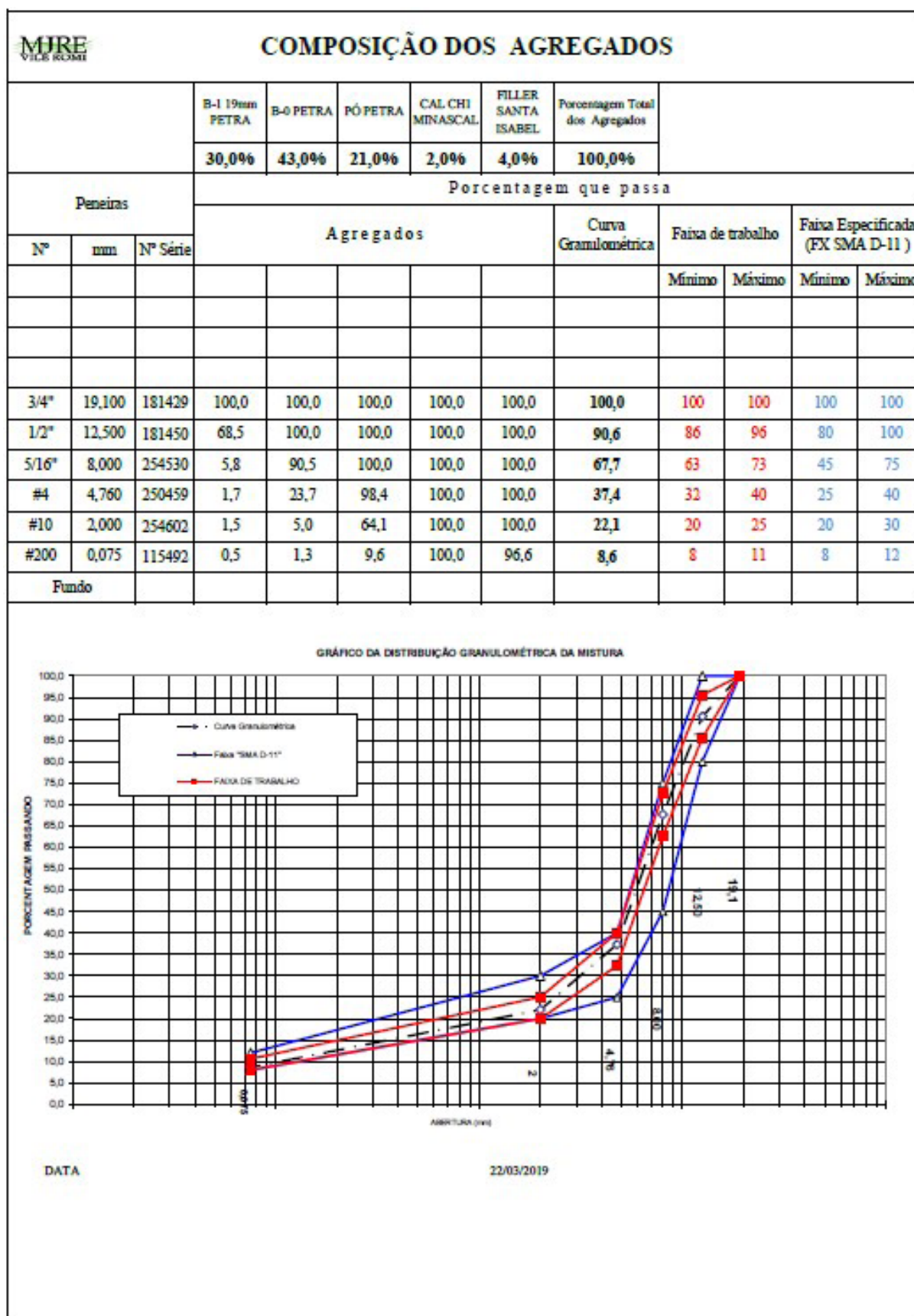
SILVA, P. F. A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2008.

TUCHUMANTEL JÚNIOR, O. O uso de fibras na pavimentação. **Boletim técnico**, São Paulo, 6 mar. 2013. Disponível em: <http://www.sinicesp.org.br/materias/2013/bt03a.htm>. Acesso em: 23 mar. 2019.


SOARES, L. C. da S. R. **Destoxificação biológica do hidrolisado hemicelulósico de bagaço de cana-de-açúcar para utilização em processos fermentativos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Industrial na Área de Microbiologia Aplicada, Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, Lorena, 2012.

VENTURA, B. **Pavimentação com bagaço de cana**. 2010. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/artigo/pavimentacao-com-bagaco-de-cana/>. Acesso em: 10 mar. 2018.

ANEXO 1



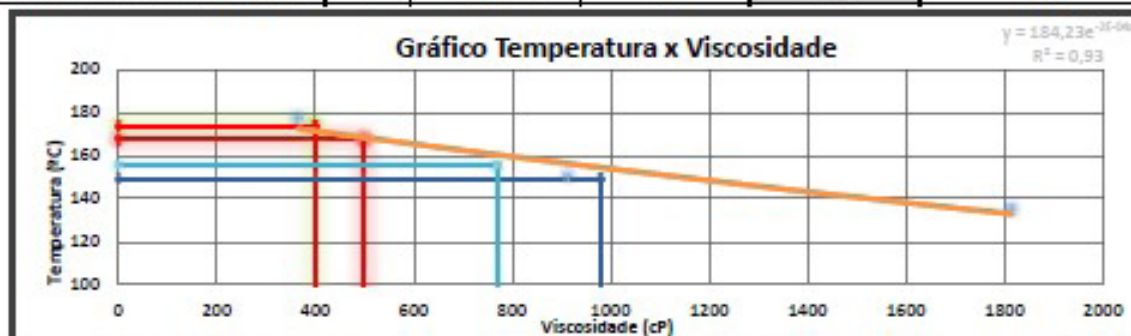
ANEXO 2

	GESTÃO ESTRATÉGICA					
	Código	PRO-PCP-01-FOR-28	Revisão	A	Data	Mar/2019
	Título	CONTROLE DE CAP MODIFICADO POR POLÍMERO			Página	1 de 1
	Cliente	Uso Interno	Contrato	Uso Interno		

Obra:	532 - TRANSBRASIL	Registro:	801
Fornecedor:	PROBITEC	Nota Fiscal :	15.797
Produto:	CIMENTO ASFÁLTICO 80-90 WM	Data:	18/03/19
Placa:	LAU-4535	Peso Líquido:	23,80 ton
Modificações:		Coleta:	UAQ 01 / CARRETA

Caracterização do Material Betuminoso

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉTODO	CERTIFICADO	ENSAIO	ESPECIFICAÇÃO
Penetração 25°C, 5s, 100g	0,1 mm	NBR-6576	52	60	40 a 70
Ponto de Amolecimento, mínimo	°C	NBR-6560	82	82	80
Ponto de Fulgor, mínimo	°C	NBR-11341	>245	>250	235
Viscosidade Brookfield 135°C SP21	cP	NBR-15184	1580	1815,0	3000
Viscosidade Brookfield 150°C SP21	cP	NBR-15184	834	913,0	2000
Viscosidade Brookfield 175°C SP21	cP	NBR-15184	306	365,5	1000
Ensaio de separação de fase, máx., °C	°C	NBR-15166	2	3,0	5
Recuperação elástica a 25 °C, 20 cm, mín.	%	NBR-15086	96	92,0	90




Temperatura de Usinagem	min.	174 °C	max	167 °C
Temperatura de Compactação	min.	156 °C	max	149 °C
Índice de Suscetibilidade Térmica	N/A	X 018	5,1	-
Densidade Relativa	g/cm³	X 018	1,050	ANOTAR

Resíduo no RTFOT

Varição de massa, máximo, %	%	NBR-15235			-
Varição de ponto de amolecimento	°C	NBR-6560			-
Porcentagem de penetração original	%	NBR-6576			-
Recuperação elástica a 25 °C, 20 cm, mín.	%	NBR-15086			-

ANEXO 3

	GESTÃO ESTRATÉGICA					
	Código	PRO-PCP-01-FOR-31	Revisão	A	Data	Mar/2019
	Título	ESCORRIMENTO DE SCHELLENBERG			Página	1 de 1
	Cliente	Uso Interno	Contrato	Uso Interno		

Interessado:	MJRE CONSTRUTORA LTDA	Registro:	1
Rodovia:		Data:	20/03/2019
Faixa:	SMA D-11	Projeto:	
Fibra:	BAGAÇO DE CANA	Procedência:	

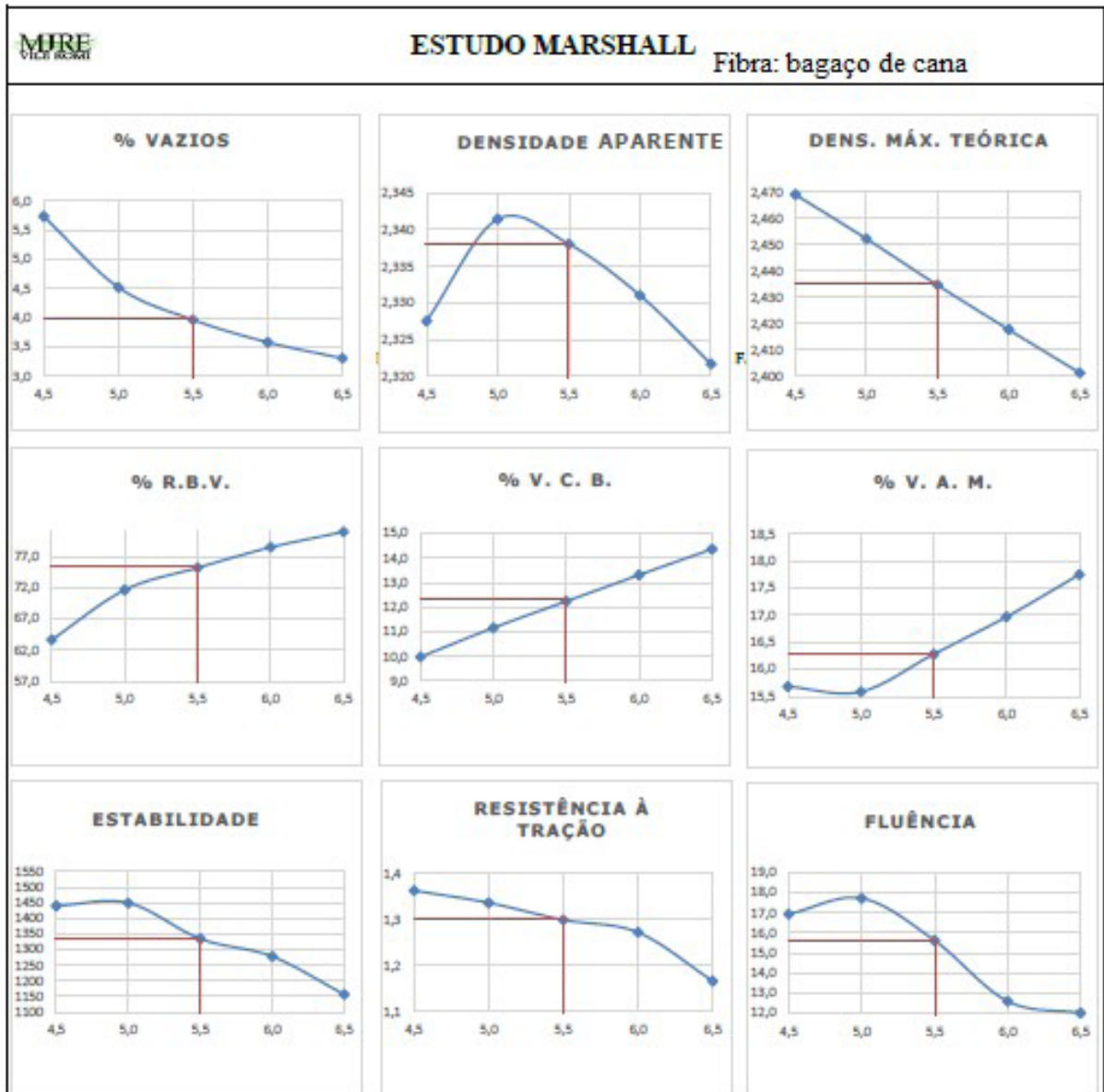
ESCORRIMENTO DE SCHELLENBERG EN 12697-18

Massa inicial da amostra:	1000,00	< 0,2 %	BOM
Massa após ensaio:	998,66	0,2 - 0,3 %	ACEITÁVEL
Escorrimento de Schellenberg:	0,13%	> 0,3 %	RECUSADO

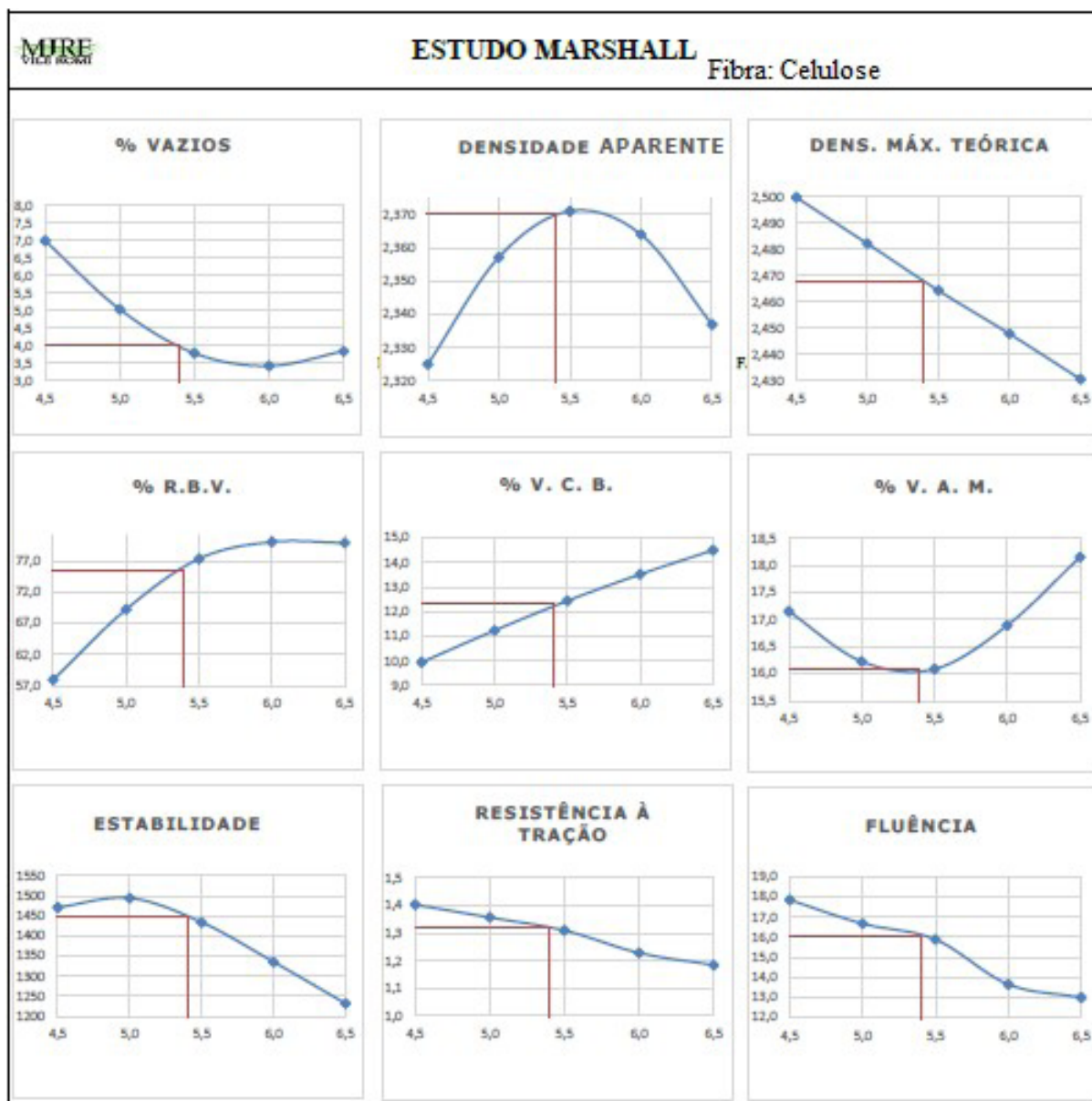
Desempenho da fibra:	BOM
-----------------------------	------------



ANEXO 4



ANEXO 5



ANEXO 6


PESAGEM HIDROSTÁTICA		DENSIDADE		VV.	V.C.B.	V.A.M	R.B.V.	ESTABILIDADE				FLUÊNCIA				TRAÇÃO						
		Imerso (g)	Volume (cm³)					Aparente (kg/dm³)	Teórica	% De Vazios	Leitura	Const Do Anel	F. Correção	Corrigida (Kgf)	Lo	Lf	Fluência (1°/100)	Leitura	Altura (cm)	Diâmetro (cm)	Kgf/cm²	Mpa
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	X
1	4,5	1192,3	680,6	511,7	2,330	2,469	5,6	10,0	15,6	63,9	631	2,264	1,01	1448	0,0	4,3	16,9		6,32			
2	4,5	1187,6	676,7	510,9	2,324	2,469	5,9	10,0	15,8	63,0	622	2,264	1,02	1431	0,0	4,6	18,1		6,30			
3	4,5	1190,4	679,6	510,8	2,330	2,469	5,6	10,0	15,6	64,0	630	2,264	1,02	1450	0,0	4,0	15,7		6,29			
4	4,5	1193,6	680,3	513,3	2,325	2,469	5,8	10,0	15,8	63,1		2,264						618,0	6,22	10,3	13,9	1,4
					2,328	2,469	5,7	10,0	15,7	63,6												1,4
5	5,0	1196,0	687,0	509,0	2,350	2,452	4,2	11,2	15,4	72,8	605	2,264	1,02	1400	0,0	4,3	16,9		6,25			
6	5,0	1174,1	672,0	502,1	2,339	2,452	4,6	11,1	15,8	70,6	618	2,264	1,04	1460	0,0	4,4	17,3		6,29			
7	5,0	1164,2	667,3	496,9	2,343	2,452	4,5	11,2	15,6	71,4	601	2,264	1,06	1440	0,0	4,8	18,9		6,22			
8	5,0	1200,5	686,3	514,2	2,335	2,452	4,8	11,1	15,9	69,8		2,264						605,0	6,21	10,3	13,6	1,3
					2,341	2,452	4,5	11,2	15,6	71,6												1,3
9	5,5	1176,6	672,8	503,8	2,335	2,435	4,1	12,2	16,3	75,0	602	2,264	1,04	1415	0,0	3,6	14,2		6,21			
10	5,5	1196,0	685,1	510,9	2,341	2,435	3,8	12,3	16,1	76,1	618	2,264	1,02	1422	0,0	4,0	15,7		6,18			
11	5,5	1181,1	674,7	506,4	2,332	2,435	4,2	12,2	16,4	74,4	535	2,264	1,03	1248	0,0	4,3	16,9		6,16			
12	5,5	1191,2	682,9	508,3	2,344	2,435	3,7	12,3	16,0	76,7		2,264						591,0	6,24	10,3	13,3	1,3
					2,338	2,435	4,0	12,2	16,3	75,2												1,3
13	6,0	1194,1	682,4	511,7	2,333	2,418	3,5	13,3	16,8	79,3	585	2,264	1,15	1523	0,0	3,2	12,6		6,27			
14	6,0	1184,6	675,2	509,4	2,325	2,418	3,8	13,3	17,1	77,7	552	2,264	1,02	1276	0,0	3,0	11,8		6,22			
15	6,0	1195,8	682,3	513,5	2,329	2,418	3,7	13,3	17,0	78,4	561	2,264	1,01	1281	0,0	3,4	13,4		6,17			
16	6,0	1200,1	686,5	513,6	2,337	2,418	3,4	13,4	16,7	79,9		2,264						574,0	6,19	10,3	13,0	1,3
					2,331	2,418	3,6	13,3	17,0	78,4												1,3
17	6,5	1187,5	676,4	511,1	2,323	2,401	3,2	14,4	17,6	81,6	521	2,264	1,02	1198	0,0	2,8	12,6		6,33			
18	6,5	1190,5	676,7	513,8	2,317	2,401	3,5	14,3	17,8	80,4	509	2,264	1,01	1161	0,0	2,9	11,4		6,28			
19	6,5	1191,0	677,4	513,6	2,319	2,401	3,4	14,4	17,8	80,7	505	2,264	1,01	1152	0,0	3,2	12,6		6,27			
20	6,5	1188,4	677,8	510,6	2,327	2,401	3,1	14,4	17,5	82,4		2,264						529,0	6,22	10,3	11,9	1,2
					2,322	2,401	3,3	14,4	17,7	80,9												1,2




Ensaio Marshall
Fibra: bagaço de cana

Dens. Real do Cim. Asfáltico: 1.050
Moldagem com: 50 Golpes
Temperatura do agregado: 170 °C
Data: 22/03/2019
Temperatura de compactação: 150 °C

ANEXO 8

		RESUMO DOS RESULTADOS DO PROJETO	
COMPOSIÇÃO EM SILOS FRIO %		COMPOSIÇÃO DOS AGREGADOS %	
B-1 19mm PETRA	28,3	D-1 19mm PETRA	29,9%
B-0 PETRA	40,5	D-0 PETRA	42,9%
PÓ PETRA	19,8	PÓ PETRA	20,9%
CAL CHI MINASCAL	1,9	CAL CHI MINASCAL	2,0%
FILLER SANTA ISABEL	3,8	FILLER SANTA ISABEL	4,0%
FERRA DE CELULOSE TOPCEL	0,3	FERRA DE CELULOSE TOPCEL	0,3%
AGREGADOS	94,6		
CAP	5,4		
TOTAL	100,0		
GRADUAÇÃO DOS AGREGADOS		OBS:	
PENEIRAS #	% QUE PASSA	PROJETO DE MISTURA ASFÁLTICA TIPO SMA FAIXA D-11 PARA CAMADA DE ROLAMENTO	
3/4"	100,0		
1/2"	90,6		
5/16"	67,7		
#4	37,4		
#10	22,1		
#200	8,6		
DENSIDADE EFETIVA DOS AGREGADOS =		2,675 g/cm³	
DENSIDADE DO CAP 80-90 WM =		1,050 g/cm³	
CARACTERÍSTICAS MARSHALL			ESPECIFICAÇÃO
DENSIDADE APARENTE =	2,370 g/dm ³	-	
TEÓRICA =	2,468 g/dm ³	-	
% DE VAZIOS =	4,0 %	3 - 5	
REL BET VAZIOS =	75,5 %	70 - 80	
ESTABILIDADE =	1448 Kgf	> 1000	
FLUÊNCIA =	16,0 1"/100	12 A 18 1"/100	
RESIST. A TRAÇÃO (MPA) =	1,3 Mpa	Mínimo 0,60 Mpa	
DATA		ADESIVIDADE DO AGREGADO	
25/01/2019		RRT = 79%	

ANEXO 9

	RESUMO DOS RESULTADOS DO PROJETO																																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">COMPOSIÇÃO EM SILOS FRIO %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>B-1 19mm PETRA</td><td style="text-align: right;">28,2</td></tr> <tr><td>B-0 PETRA</td><td style="text-align: right;">40,5</td></tr> <tr><td>PÓ PETRA</td><td style="text-align: right;">19,8</td></tr> <tr><td>CAL CHI MINASCAL</td><td style="text-align: right;">1,9</td></tr> <tr><td>FILLER SANTA ISABEL</td><td style="text-align: right;">3,8</td></tr> <tr><td>FIBRA DE BAGAÇO DE CANA</td><td style="text-align: right;">0,3</td></tr> <tr><td>AGREGADOS</td><td style="text-align: right;">94,5</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr><td>CAP</td><td style="text-align: right;">5,5</td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td style="text-align: right;">100,0</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">GRADUAÇÃO DOS AGREGADOS</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">PENEIRAS #</th> <th style="text-align: center;">% QUE PASSA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>3/4"</td><td style="text-align: right;">100,0</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td style="text-align: right;">90,6</td></tr> <tr><td>5/16"</td><td style="text-align: right;">67,7</td></tr> <tr><td>#4</td><td style="text-align: right;">37,4</td></tr> <tr><td>#10</td><td style="text-align: right;">22,1</td></tr> <tr><td>#200</td><td style="text-align: right;">8,6</td></tr> </tbody> </table>	COMPOSIÇÃO EM SILOS FRIO %		B-1 19mm PETRA	28,2	B-0 PETRA	40,5	PÓ PETRA	19,8	CAL CHI MINASCAL	1,9	FILLER SANTA ISABEL	3,8	FIBRA DE BAGAÇO DE CANA	0,3	AGREGADOS	94,5	CAP	5,5	TOTAL	100,0	GRADUAÇÃO DOS AGREGADOS		PENEIRAS #	% QUE PASSA					3/4"	100,0	1/2"	90,6	5/16"	67,7	#4	37,4	#10	22,1	#200	8,6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">COMPOSIÇÃO DOS AGREGADOS %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>B-1 19mm PETRA</td><td style="text-align: right;">29,9%</td></tr> <tr><td>D-0 PETRA</td><td style="text-align: right;">42,9%</td></tr> <tr><td>PÓ PETRA</td><td style="text-align: right;">20,9%</td></tr> <tr><td>CAL CHI MINASCAL</td><td style="text-align: right;">2,0%</td></tr> <tr><td>FILLER SANTA ISABEL</td><td style="text-align: right;">4,0%</td></tr> <tr><td>FIBRA DE BAGAÇO DE CANA</td><td style="text-align: right;">0,3%</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;">OBS:</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <p style="font-size: 1.2em; margin: 0;">PROJETO DE MISTURA ASFÁLTICA TIPO SMA FAIXA D-11 PARA CAMADA DE ROLAMENTO</p> </td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 50%;">DENSIDADE EFETIVA DOS AGREGADOS =</td> <td style="text-align: right;">2,637 g/cm³</td> </tr> <tr> <td>DENSIDADE DO CAP 80-90 WM =</td> <td style="text-align: right;">1,050 g/cm³</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">CARACTERÍSTICAS MARSHALL</th> <th style="text-align: center;">ESPECIFICAÇÃO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DENSIDADE APARENTE =</td> <td style="text-align: right;">2,338 g/dm³</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>TÉORICA =</td> <td style="text-align: right;">2,435 g/dm³</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>% DE VAZIOS =</td> <td style="text-align: right;">4,0 %</td> <td style="text-align: center;">3 - 5</td> </tr> <tr> <td>REL BET VAZIOS =</td> <td style="text-align: right;">75,5 %</td> <td style="text-align: center;">70 - 80</td> </tr> <tr> <td>ESTABILIDADE =</td> <td style="text-align: right;">1335 Kgf</td> <td style="text-align: center;">> 1000</td> </tr> <tr> <td>FLUÊNCIA=</td> <td style="text-align: right;">15,6 1"/100</td> <td style="text-align: center;">12 A 18 1"/100</td> </tr> <tr> <td>RESIST. A TRAÇÃO (MPA)=</td> <td style="text-align: right;">1,3 Mpa</td> <td style="text-align: center;">Mínimo 0,60 Mpa</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;">DATA</td> <td style="text-align: center;">22/03/2019</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">ADESIVIDADE DO AGREGADO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; color: blue; font-size: 1.2em;">RRT = 77%</td> </tr> </table>	COMPOSIÇÃO DOS AGREGADOS %		B-1 19mm PETRA	29,9%	D-0 PETRA	42,9%	PÓ PETRA	20,9%	CAL CHI MINASCAL	2,0%	FILLER SANTA ISABEL	4,0%	FIBRA DE BAGAÇO DE CANA	0,3%	OBS:	<p style="font-size: 1.2em; margin: 0;">PROJETO DE MISTURA ASFÁLTICA TIPO SMA FAIXA D-11 PARA CAMADA DE ROLAMENTO</p>	DENSIDADE EFETIVA DOS AGREGADOS =	2,637 g/cm ³	DENSIDADE DO CAP 80-90 WM =	1,050 g/cm ³	CARACTERÍSTICAS MARSHALL		ESPECIFICAÇÃO	DENSIDADE APARENTE =	2,338 g/dm ³	-	TÉORICA =	2,435 g/dm ³	-	% DE VAZIOS =	4,0 %	3 - 5	REL BET VAZIOS =	75,5 %	70 - 80	ESTABILIDADE =	1335 Kgf	> 1000	FLUÊNCIA=	15,6 1"/100	12 A 18 1"/100	RESIST. A TRAÇÃO (MPA)=	1,3 Mpa	Mínimo 0,60 Mpa	DATA	22/03/2019	ADESIVIDADE DO AGREGADO	RRT = 77%
COMPOSIÇÃO EM SILOS FRIO %																																																																																									
B-1 19mm PETRA	28,2																																																																																								
B-0 PETRA	40,5																																																																																								
PÓ PETRA	19,8																																																																																								
CAL CHI MINASCAL	1,9																																																																																								
FILLER SANTA ISABEL	3,8																																																																																								
FIBRA DE BAGAÇO DE CANA	0,3																																																																																								
AGREGADOS	94,5																																																																																								
CAP	5,5																																																																																								
TOTAL	100,0																																																																																								
GRADUAÇÃO DOS AGREGADOS																																																																																									
PENEIRAS #	% QUE PASSA																																																																																								
3/4"	100,0																																																																																								
1/2"	90,6																																																																																								
5/16"	67,7																																																																																								
#4	37,4																																																																																								
#10	22,1																																																																																								
#200	8,6																																																																																								
COMPOSIÇÃO DOS AGREGADOS %																																																																																									
B-1 19mm PETRA	29,9%																																																																																								
D-0 PETRA	42,9%																																																																																								
PÓ PETRA	20,9%																																																																																								
CAL CHI MINASCAL	2,0%																																																																																								
FILLER SANTA ISABEL	4,0%																																																																																								
FIBRA DE BAGAÇO DE CANA	0,3%																																																																																								
OBS:	<p style="font-size: 1.2em; margin: 0;">PROJETO DE MISTURA ASFÁLTICA TIPO SMA FAIXA D-11 PARA CAMADA DE ROLAMENTO</p>																																																																																								
DENSIDADE EFETIVA DOS AGREGADOS =	2,637 g/cm ³																																																																																								
DENSIDADE DO CAP 80-90 WM =	1,050 g/cm ³																																																																																								
CARACTERÍSTICAS MARSHALL		ESPECIFICAÇÃO																																																																																							
DENSIDADE APARENTE =	2,338 g/dm ³	-																																																																																							
TÉORICA =	2,435 g/dm ³	-																																																																																							
% DE VAZIOS =	4,0 %	3 - 5																																																																																							
REL BET VAZIOS =	75,5 %	70 - 80																																																																																							
ESTABILIDADE =	1335 Kgf	> 1000																																																																																							
FLUÊNCIA=	15,6 1"/100	12 A 18 1"/100																																																																																							
RESIST. A TRAÇÃO (MPA)=	1,3 Mpa	Mínimo 0,60 Mpa																																																																																							
DATA	22/03/2019																																																																																								
ADESIVIDADE DO AGREGADO																																																																																									
RRT = 77%																																																																																									