

ANÁLISE DE MULTICRITÉRIO COMO SUPORTE DE DECISÃO PARA O MODELO IDEAL DE MESA DE INOX PARA PADARIAS

Marcielly Mendes Lima (UFCG) marciellymendes1@gmail.com

Fernanda Santos Souza (UFCG) nandasantosj3@gmail.com

Priscila Thais De Sousa Brito (UFCG) britopriscila873@gmail.com

Rodrigo Silva de Moura (UFCG) rodrigomouraep@gmail.com

Verônica Thaís da Cruz Santos (UFCG) veronica.thais14@gmail.com

Resumo – Análise de multicritério como suporte de decisão para a escolha do modelo ideal de mesa de inox para padarias.

Um ambiente profissional com o setor de produção voltado para alimentação, precisa estar sempre atento as recomendações da vigilância sanitária. Um equipamento precisa ser escolhido com muita atenção, caso contrário pode proporcionar prejuízos para a produção como, baixa qualidade nos produtos, dificuldade e atraso no andamento do trabalho, entre outros. Dessa forma, de acordo com as recomendações da vigilância sanitária as mesas e bancadas de manipulação de alimentos precisam ser fabricadas com chapa de aço inoxidável. Além disso, para o empreendedor é imprescindível uma análise de custo-benefício para a aquisição de um maquinário. Diante disso, o estudo tem como objetivo o uso do método de análise de multicritério PROMETHEE II (*Preference Ranking Method of Enrichment Evaluation*) para determinar a mesa de Inox adequada para uma padaria artesanal. O método utilizou de cinco critérios de escolha, sendo eles: Custo Benefício, preço, tamanho, existência ou não de rodinhas e marca. A técnica se mostrou eficaz e proporcionou como resultado a mesa de Inox ideal para o empreendimento.

Palavras-chaves: Análise de multicritério, Método PROMETHEE II, Mesa de Inox.



1 INTRODUÇÃO

O aço inoxidável tem sido utilizado em diferentes áreas, dentre estas, como equipamento para estabelecimentos do setor de alimentação. O uso do aço inoxidável se dar pelo fato de ter como benefícios, a dificuldade de acúmulos de bactérias; é um material que não sofre deformação, além de não reter cheiro e temperatura, mantendo a qualidade dos alimentos. Portanto, torna-se um material ideal para o mercado de panificação.

Atualmente o empreendedorismo no Brasil é um assunto muito discutido, de acordo com o SEBRAE o Brasil é o sétimo país com mais empreendedores no ranking mundial. Durante o planejamento de abertura do negócio, uma das principais funções do empreendedor é a realização de diversas pesquisas, como pesquisa de mercado, fornecedores, custo-benefício de equipamentos/maquinários, precificação dos produtos, entre outros, para assim poder visualizar a viabilidade econômica da empresa. Dessa forma, é primordial que qualquer empreendimento, principalmente do ramo de alimentação, estabeleça alguns cuidados em seu ambiente de trabalho. Empresas que atuam com alimentação devem ter uma preocupação constante com a higiene do local, e a manipulação dos alimentos, para evitar aplicação de penalidades pela ANVISA. Atualmente, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) é a responsável por determinar as boas práticas que devem ser empregadas nos estabelecimentos do Brasil. Uma das exigências da Anvisa direcionada as panificadoras, está na mesa de manipulação de alimentos, utilizada durante o processo produtivo, as recomendações da vigilância sanitária é que seja do material de aço inoxidável e a largura deve ser de 70 cm possuindo uma altura de 80 a 90 cm. O motivo de ser indicado o uso de equipamentos em inox para a cozinha industrial, além dos citados acima, é porque trata de um material que não transmite substâncias tóxicas e imune à ferrugem.

Diante disso, o objetivo desse estudo é auxiliar o empreendedor de uma padaria artesanal na tomada de decisão durante a escolha do tipo de mesa de Inox ideal para seu empreendimento. O estudo utilizou como ferramenta de apoio a tomada de decisão o método PROMETHEE II. O método PROMETHEE (Preference Ranking Method of Enrichment Evaluation) proporciona a construção de uma relação de sobre classificação



de valores. Nesse método, a avaliação das alternativas se baseia na racionalidade não compensatória, utilizando para parâmetros os pesos dos critérios como representação das preferências do decisor.

Esta pesquisa está subdividida em cinco seções, a primeira aborda brevemente uma explicação sobre o tema. A segunda desenvolve o referencial teórico abordando os assuntos, apoio de multicritério à decisão, PROMETHEE II e mesa de inox, na terceira seção tem-se o desenvolvimento do estudo com os respectivos resultados e por fim, o artigo é concluído com as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Apoio de Multicritério à Decisão

Segundo Pomerol e Romero (2000) na vida cotidiana ou nas organizações nos deparamos com escolhas difíceis, em que torna-se inviável de decidir entre uma série de imprescindibilidades. Entretanto, ao longo dos tempos, a necessidade de melhores decisões levou à busca de abordagens sistemáticas e estruturadas que conduzissem a um processo decisório mais satisfatório (MEIRELLES; GOMES, 2009).

Diante disso, Caiado et al. (2016), relatam que o apoio à decisão multicritério trata-se de um conjunto de métodos e técnicas de apoio para indivíduos e organizações tomarem decisões a partir de uma variedade de critérios e está definida como um conceito alternativo de otimização em que uma série de critérios representam a alternativa mais satisfatória. “Um problema de decisão multicritério consiste numa situação, em que há pelo menos duas alternativas de ação para se escolher, e essa escolha é conduzida pelo desejo de se atender a múltiplos objetivos, muitas vezes conflitantes entre si” (ALMEIDA, 2013).

Os métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD) são aplicados em inúmeras áreas em que se queira selecionar, ordenar, classificar ou descrever alternativas presentes em um processo decisório na presença de múltiplos critérios (ROY; BOUYSSOU, 1993; ROMERO, 1993; VINCKE, 1989)

Segundo Gomes e Maia (2012) o modelo para tomada de decisão é compreendido pelo os seguintes componentes: critérios, pesos e as classificações que são dadas



para cada alternativa, em cada critério. Ainda de acordo com os autores, pressupondo-se o conhecimento das preferências dos atores da decisão e a qualidade da avaliação, pode-se admitir que uma ação seja tão boa, melhor ou pior que outra, ou seja, hierarquizar as alternativas.

De acordo com o tipo de problemática, os dados disponíveis e as informações necessárias para a decisão, os métodos multicritério, segundo Vasconcelos et al. (2013) podem ser classificados segundo três abordagens:

a) Métodos com critério único de síntese: as pontuações adquiridas em cada critério são convertidas em uma pontuação única. Havendo uma compensação, isto é, um baixo desempenho em um critério pode ser compensado por um alto desempenho em outro critério;

b) Métodos de sobreclassificação: para Almeida (2013) a pontuação para cada alternativa, é apresentada conforme feito pelos métodos com critério único de síntese, mas admitem a possibilidade de incapacidade de realizar a comparação. Não utilizando de avaliações compensatórias;

c) Métodos alternativos: Faz uso da programação linear multiobjetivo.

Posto isto, para o desenvolvimento do presente artigo, foi utilizado o método PROMETHEE II de sobreclassificação, que melhor se adequa ao contexto do problema, auxiliando na escolha da mesa de Inox mais adequada para uma padaria.

2.2 PROMETHEE II

Segundo Almeida (2012) os métodos da família PROMETHEE tem como característica principal a utilização da metodologia de sobreclassificação, seu desenvolvimento é através do método de comparação par a par de todas as alternativas, onde se tem uma relação de preferência em que determina a solução mais adequada para o determinado problema. Para Brans et. al. (1986) o método PROMETHEE (Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation) é uma análise de multicritério que possui uma classe de métodos de sobreclassificação atual, apresentando como principais características, a simplicidade, clareza e estabilidade.

Dentro da família PROMETHEE tem especificamente o método PROMETHEE II, utilizado como base para esse estudo. Este método é subdividido em dois módulos



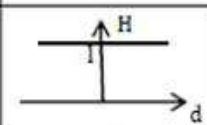
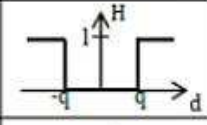
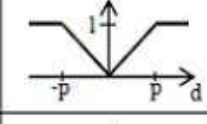
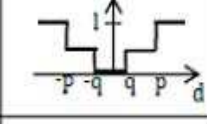
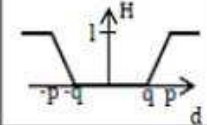
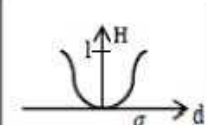
de operação: (I) a construção das relações de sobreclassificação e (II) exploração dessas relações para o apoio a decisão (Brans & Mareschal, 2002).

No processo de análise, o objetivo se decompõe em critérios e as comparações entre as alternativas são feitas no último nível de decomposição e aos pares, pelo estabelecimento de uma relação que acompanha as margens de preferência ditadas pelos agentes decisores (ARAÚJO e ALMEIDA, 2009)

Conforme Gomes et.al (2004) o Promethee II coloca em ordem as prioridades convenientes para o confronto de desempenho das alternativas e dos critérios a partir de comparações binárias, utilizando o pseudocritério que proporciona uma verificação da probabilidade de variação do grau de preferência entre as alternativas de acordo com o desempenho delas.

Brans e Vincke (1985), afirmam que a idéia de critério é fundamentada na inserção de uma função, podendo ser estabelecida de seis maneiras diferentes, com casos em que o decisor pode introduzir no início do processo alternativas de indiferença, de preferência, ou ambas, por um ato `a` em relação a um ato `b`, definido separadamente para cada critério, apresentando valores entre 0 e 1. No Quadro 1 é demonstrado as funções estabelecidas pelos autores.

Quadro 1: Critérios generalizados

Critério Generalizado	Definição Analítica	Forma	Parâmetros
I. Critério Usual	$H(d) = \begin{cases} 0, & d = 0 \\ 1, & d > 0 \end{cases}$		-
II. Quase Critério	$H(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ 1, & \text{caso contrário} \end{cases}$		q
III. Critério com preferência linear	$H(d) = \begin{cases} \frac{ d }{p}, & d \leq p \\ 1, & \text{caso contrário} \end{cases}$		p
IV. Critério de nível	$H(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ \frac{1}{2}, & q < d \leq p \\ 1, & \text{caso contrário} \end{cases}$		q, p
V. Critério com preferência linear e área de indiferença	$H(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ \frac{ d - q}{p - q}, & q < d \leq p \\ 1, & \text{caso contrário} \end{cases}$		q, p
VI. Critério Gaussiano	$H(d) = 1 - \exp\left\{-\frac{d^2}{2\sigma^2}\right\}$		σ

Fonte: Brans e Vinker (1985)

Posteriormente, define-se os fluxos de sobreclassificação, indicando se ocorre uma relação positiva ou negativa por meio do resultado de comparação entre os pares das alternativas. O PROMETHEE II oferece uma pré-ordem completa, através do cálculo de fluxo total líquido do desempenho de cada alternativa, obtido pela diferença entre os fluxos positivo e negativo de cada alternativa (BRANS & MARESCHAL, 2002).

Podemos identificar os benefícios do PROMETHEE II quanto se compara a outras metodologias. Segundo Amaral e Costa (2014) os métodos de critério único de síntese, como o AHP exige um esforço adicional para o cálculo dos pesos por precisar de um tempo para interpretação dos pesos de oscilação. Outra diferença entre o PROMETHEE II e outros modelos de critério único de síntese é que não necessita de empenho para desenvolver as comparações entre alternativas e ele não pressupõe a existência de uma única alternativa “ótima”. (Amaral e Costa, 2014; Cinelli et al., 2019).

2.3 Mesa de Inox



Segundo a Projinox (2019) a mesa de inox é muito importante para a cozinha industrial, isso porque, a sua matéria-prima tem características que colabora para a segurança alimentar e bem-estar proporcionados para o cliente que saborear os alimentos produzidos pelo estabelecimento.

De acordo com Abinox (2022) a mesa de inox garante que qualquer estabelecimento de maior demanda de comida cumpra com todas as exigências dos órgãos regulamentadores, essas mesas são ideais por não transferirem sabores ou cheiros para os alimentos.

A principal característica da mesa inox é a sua alta resistência à oxidação atmosférica, graças à composição da liga, a qual consiste em ferro e cromo. Além disso, sua superfície não porosa dificulta o acúmulo de bactérias por não sofrer deformações ao decorrer do uso – uma vantagem sobre produtos de outros materiais, como madeira, granito e mármore. (PROJINOX,2019)

Por ser um material que contém baixa porosidade também se torna perfeito para o preparo de alimentos, podemos dizer que as maiores e melhores vantagens de uma mesa aço inox é a facilidade para limpeza e também a sua durabilidade. (ABINOX, 2022)

3 METODOLOGIA

Este trabalho classifica-se de acordo com sua abordagem como qualitativa e quantitativa, sendo um procedimento de estudo de caso. Iniciou com um levantamento bibliográfico visando adquirir conhecimento sobre os respectivos temas: Apoio de multicritério a decisão, método PROMETHEE II e mesa de Inox.

A partir disso, foram definidos através do decisor os critérios essenciais que o maquinário deveria apresentar para suprir a necessidade requerida. E com isso aplicar um modelo de apoio à decisão de multicritério. O método escolhido para a solução do problema foi o PROMETHEE II. Por fim, após a aplicação do respectivo método obteve um ranking gerado por meio do fluxo líquido, em que é apresentado as alternativas mais adequadas e em seguidas as consideradas como piores.

4 RESULTADOS

4.1 Estruturação do problema

Inicialmente foi decidido o decisor, sendo este, o padeiro e proprietário da padaria, visto que, tem conhecimento essencial para definição dos seus variados critérios. Em



seguida, foram selecionados os critérios a serem utilizados com base na revisão de literatura, considerando as prioridades do decisor e, os critérios escolhidos foram:

-Custo Benefício: É uma análise da comparação dos benefícios e custos esperados, considerando também as alternativas que se perdem e a manutenção do status quo;

-Preço: Trata-se do valor considerado ideal para as questões financeira da organização;

-Tamanho: A mesa de Inox precisar seguir a norma de tamanhos, de acordo com a vigilância sanitário.

-Com ou sem rodinhas: A característica de rodinhas é primordial, visto que, ela pode beneficiar, tal como, prejudicar o processo produtivo.

-Marca: Este critério se correlaciona com a durabilidade e manutenção do produto.

Logo, os critérios foram analisados subjetivamente de acordo com os níveis de preferências e serão expostos nos quadros de 1 a 5.

Quadro 1: Níveis de preferência para o critério custo-benefício.

Nível de Preferência	Conceito
1	Não atende as expectativas de custo-benefício.
2	Atende a uma pequena parte das expectativas de custo-benefício.
3	Atende medianamente as expectativas de custo-benefício.
4	Resolve os problemas e atinge as expectativas de custo-benefício.
5	Supera as expectativas.

Fonte: Autoria própria (2022)

Quadro 2: Níveis de preferência para o critério preço.

Nível de Preferência	Conceito
-----------------------------	-----------------



Baixo	Até tal valor
Médio	Entre tanto e tanto
Alto	Entre tanto e tanto

Fonte: Autoria própria (2022)

Quadro 3: Níveis de preferência para o critério tamanho.

Nível de Preferência	Conceito
1	Pequena.
2	Média.
3	Grande.

Fonte: Autoria própria (2022)

Quadro 4: Níveis de preferência para o critério marca.

Nível de Preferência	Conceito
Boa	Marca conhecida, com altas vendas e consolidada no mercado.
Mediana	Marca conhecida medianamente no mercado.
Ruim	Marca pouco conhecida e pouco consolidada no mercado.

Fonte: Autoria própria (2022)

Quadro 5: Níveis de preferência para o critério com ou sem rodinhas.

Nível de Preferência	Conceito
1	Possui rodinhas.
2	Não possui rodinhas.

Fonte: Autoria própria (2022)



Todos os critérios foram codificados para ajudar na visualização. No quadro 6 apresenta-se as codificações e a preferência de maximização ou minimização dos cinco critérios.

Quadro 6: Critérios de avaliação.

Código	Critério	MÁX/MIN
Cr1	Custo-benefício	Máx
Cr2	Preço	Min
Cr3	Marca	Máx
Cr4	Tamanho	Máx
Cr5	Possuir rodinhas	Máx

Fonte: Autoria própria (2022)

Logo após, determinou-se as alternativas relacionadas com os modelos de mesa de inox disponíveis no mercado que foram as escolhidas pelo decisor para serem aplicadas no método de apoio a decisão. O quadro 7 mostra a codificação referente as alternativas.

Quadro 7: Alternativas de avaliação.

Código	Alternativa
M01	Modelo 1- Mesa de manipulação Inox Slim
M02	Modelo 2- Mesa Inox Industrial Padaria Fritomaq



M03	Modelo 3- Mesa de serviço Inox Linha
-----	---

Fonte: Autoria própria (2022)

Após serem definidas as alternativas, foram determinadas as melhores estratégias para escolha da mesa de inox, apresentadas no próximo tópico desta sessão.

4.2 Determinação da estratégia

Nesta etapa serão determinadas as melhores estratégias, a partir do ranqueamento definido pelo PROMETHEE II. Inicialmente são definidos os pesos dos critérios. A determinação dos pesos foi realizada pela análise do decisor, baseada em sua experiência profissional e de acordo com a importância das características fundamentais para a mesa de Inox. O proprietário considerou como prioridade o custo benefício, sendo assim, utilizou-se três critérios deste pilar, cada um com peso 0,20, em segunda ordem de preferência tem-se o pilar econômico, considerando-se três critérios com peso 0,20, na terceira ordem de preferência está o peso 0,15, com apenas um critério considerado e, por fim, o pilar social, para este considerou-se um critério com peso 0,25. O resultado está exposto na tabela 1.

Tabela 1: Peso dos critérios.

Critério	Cr1	Cr2	Cr3	Cr4	Cr5
Peso	0,25	0,20	0,20	0,20	0,15

Fonte: Autoria própria (2022)

Após a definição das alternativas que continuaram no processo seletivo, dos critérios a ser utilizados e dos pesos destes, conforme mostrado anteriormente, foi construída a matriz de avaliação (alternativas x critérios), na qual são geradas as entradas para o modelo de decisão. Para facilitar a visualização das matrizes de avaliação dos decisores, a codificação das alternativas utilizada no Quadro 9 será utilizada nesta fase.



Após o decisor avaliar todos os critérios expostos, foi construída uma Matriz de Decisão conforme é mostrado na Tabela 2.

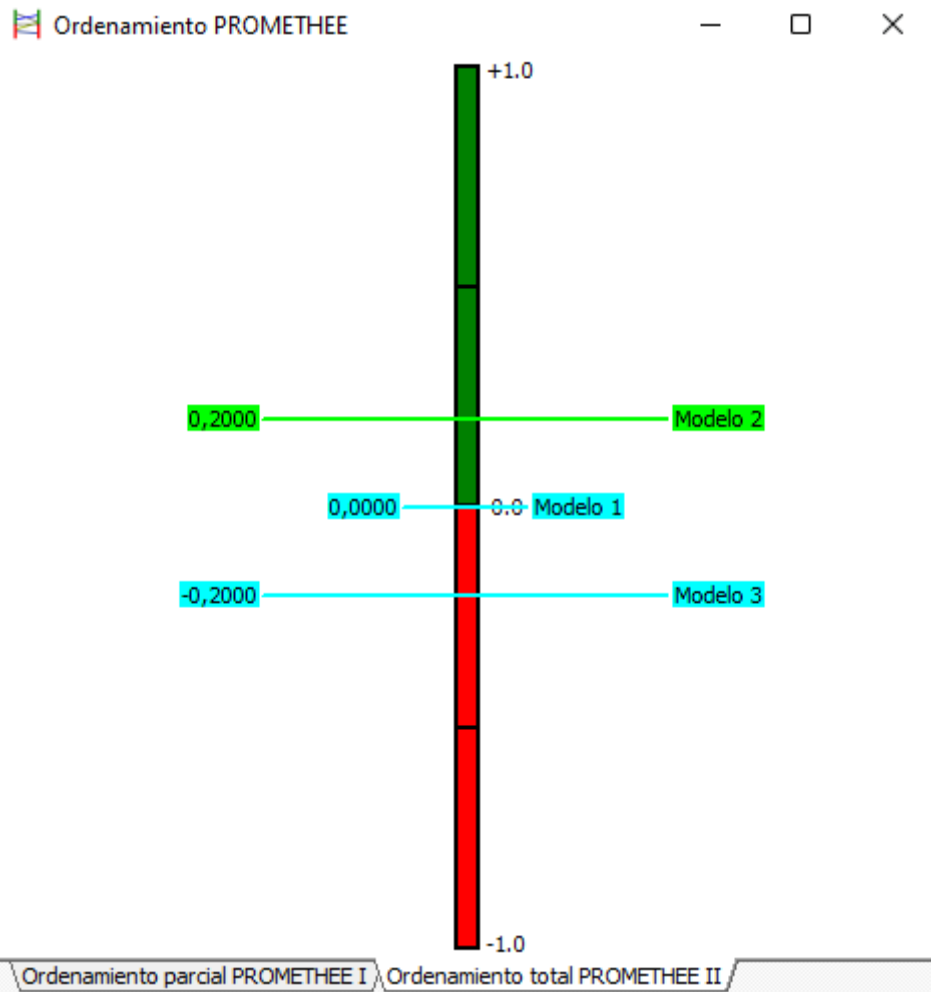
Tabela 2: Matriz de Avaliação das Alternativas em relação aos critérios.

Alternativa	Critério				
	Cr1	Cr2	Cr3	Cr4	Cr5
M01	4	3	1	2	2
M02	3	2	2	3	1
M03	3	2	2	1	1

Fonte: Autoria própria (2022)

Por meio da posse de todos os dados necessários, o Software Promethee-Gaia® foi utilizado para a análise das alternativas. Na interface do software foi definido o número de alternativas (4), o número de critérios (5), as preferências de cada critério (máx/min), os pesos e o critério generalizado (critério usual), uma vez que, pequenos incrementos nas avaliações resultam na sobreposição das alternativas, além dos dados referentes a análise de cada alternativa com relação aos critérios. Com isso, o Software gerou um ranking por meio do fluxo líquido das melhores para as piores alternativas, apresentado na figura 1.

Figura 1: Ranking das alternativas propostas pelo software PROMETHEE II



Fonte: Autoria própria (2022)

Desse modo, através dos fluxos líquidos das alternativas foi possível observar que a alternativa Mesa Inox Industrial Padaria Fritomaq (Modelo 2) é considerada adequada para os critérios determinados. A mesa determinada como ideal pelo software é apresentada na figura a seguir.

Figura 2: Mesa Inox Industrial Fritomaq



Fonte: LojaBrazil (2016)

Vale salientar que o fluxo negativo mostra apenas que a alternativa é sobre classificada por outras na maioria dos critérios, não significando que é uma alternativa ruim em todos os critérios.

5 Considerações Finais

A vigilância sanitária em padarias é considerada rigorosa. Empresas que atuam com o segmento de alimentação, precisam sempre está de acordo com as regras, visto que, é recorrente a realização de fiscalizações que visam observar o método e o maquinário utilizado para manipulação e armazenagem dos alimentos.

Para manipulação da matéria prima de uma padaria, a norma sanitária recomenda-se o tipo de material de aço inoxidável, por se tratar de um material de alta durabilidade



evitando que o material seja danificado e contamine o alimento em si. Além disso, ele também possibilita com que os compostos ácidos não interajam na superfície do material.

Visto isso, o presente estudo proporciona ao proprietário e decisor um auxílio na sua escolha para mesa de inox, uma vez que, existe uma grande variedade de mesas em aço inoxidável. Sendo assim, foi utilizada a ferramenta PROMETHEE II, onde o decisor determina seus critérios de escolha, suas preferências e os respectivos pesos para cada alternativa, e o software, por meio do fluxo líquido determina a alternativa aplicada.

Neste contexto, o estudo foi produtivo, visto que, o modelo proposto mostrou-se eficaz, ao apresentar ao decisor a mesa de inox Fritomaq como sendo adequada para a padaria e de acordo com as preferências do proprietário.

REFERENCIAS

ALMEIDA, A.T de. **Processo de Decisão nas Organizações: construindo modelos de decisão multicritério.** São Paulo, Atlas, 2013.

ABINOX: POR QUE USAR MESA DE INOX EM UMA COZINHA?. POR QUE USAR MESA DE INOX EM UMA COZINHA?. 2022. Disponível em: <https://abinox.org.br/por-que-usar-mesa-de-inox-em-uma-cozinha/>. Acesso em: 26 jan. 2019.

GOMES, C.F.S, MAIA, A. C. C. **Biomassa como alternativa para o fornecimento de energia.** Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento, v.4, n.1, 2012.

MEIRELLES, C. L. A; GOMES, L. F. A. M. **O apoio multicritério à decisão como instrumento de gestão do conhecimento: uma aplicação à indústria de refino de petróleo.** Pesquisa Operacional, v. 29, n. 2, p. 451-470, 2009.

MESA Aço Inox Industrial. 2016. Disponível em: https://www.lojabrazil.com.br/mesa-aco-inox-industrial-bancada-de-apoio-2m-200x70x90cm-br-200s-brascool.html?keyword=&gclid=CjwKCAiArY2fBhB9EiwAWqHK6vhV4WX3STGkWQv12ey-bNs_Kt51WO5NET11F9aLRmf4KlUp6HOCAhoC8OgQAvD_BwE. Acesso em: 31 jan. 2023.

NOGUEIRA, Jordana de Souza. **MODELO MULTICRITÉRIO PARA ESTRATÉGIA DE PLANTIO SUSTENTÁVEL EM PROPRIEDADES RURAIS.** 2022. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2022.

PROJINOX: POR QUE USAR MESA INOX NAS COZINHAS INDUSTRIAIS?. POR QUE USAR MESA INOX NAS COZINHAS INDUSTRIAIS?. 2019. Disponível em: <https://www.projinoxindustria.com.br/blog/por-que-usar-mesa-inox-nas-cozinhas-industriais.html>. Acesso em: 26 jan. 2023.



XI SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
“A Engenharia de Produção no contexto das organizações “Data Driven”.”
Campina Grande, Paraíba, Brasil – 24 a 26 de Maio de 2023.