



## A TAL “PEGADA SUSTENTÁVEL”: COMPARANDO A VIABILIDADE PRODUTIVA DE CHINELOS SUSTENTÁVEIS E CONVENCIONAIS

Bruno Bianco Sartori, [bianco.sartori@gmail.com](mailto:bianco.sartori@gmail.com), PUC-Campinas  
Marcos Ricardo Rosa Georges, [marcos.georges@puc-campinas.edu.br](mailto:marcos.georges@puc-campinas.edu.br), PUC-Campinas  
Roberta Pereira Ribeiro, [robertapribeiro96@gmail.com](mailto:robertapribeiro96@gmail.com), PUC-Campinas  
Vivian Camargo Rodrigues, [viviancamargo19@gmail.com](mailto:viviancamargo19@gmail.com), PUC-Campinas

### Resumo

Este trabalho tem como objetivo aplicar a técnica da análise de ponto de equilíbrio e otimização quadrática em uma situação problema que envolve a decisão de produzir chinelos a partir da matéria prima convencional ou através de um material sustentável. Para atingir tal objetivo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com relação à pesquisa operacional, análise do ponto de equilíbrio, otimização quadrática e sustentabilidade. Como metodologia, este trabalho utilizou a pesquisa para compreender a aplicação dos métodos de ponto de equilíbrio e otimização quadrática, também realizou pesquisa na internet como fonte para levantamento de dados sobre os custos necessários à produção dos chinelos e, por fim, por analogia com outras aplicações, procedeu-se o estudo apresentado neste trabalho. Como resultados, apresentou-se a quantidade mínima necessária à venda, bem como os preços máximos e mínimos a serem cobrados para não se ter prejuízo, e posteriormente, determinou-se o preço ótimo de venda dos produtos, que maximiza o lucro total. Por fim, o trabalho fez uma análise qualitativa sobre a adoção de práticas sustentáveis na produção de chinelos, um calçado extremamente popular no Brasil.

**Palavras-chave:** Análise do ponto de equilíbrio, Otimização quadrática, Pesquisa operacional, Sustentabilidade, Viabilidade econômica, Chinelo sustentável.

### 1. Introdução

O mercado calçadista é de suma importância para a economia brasileira. O país produz em média 950 milhões de calçados ao ano, representando 1% do PIB do país ao movimentar 21 bilhões de reais, segundo dados de 2019 da Associação Brasileira das Indústrias de Calçados (ABICALÇADOS). Os principais polos em relação à demanda produtiva ficam situados no Ceará e na Paraíba, em função das fábricas da Grendene e Alpargatas, respectivamente. Na sequência fica o Rio grande do Sul, seguida por São Paulo, distribuído entre Franca, Jaú e Birigui e finalmente fica Santa Catarina.

Apesar de ser o quarto maior produtor de calçados do mundo, de acordo com a Abicalçados (2019), o mercado calçadista se concentra majoritariamente no mercado interno, destinando 85% da produção a esse público. Contudo, ao segmentarmos à produção de chinelos, 48% são produzidos de plástico ou borracha, 28,8% produzidos por laminado sintético e 17,7% de couro. No último ano, a produção de chinelos de plástico cresceu 3% e houve uma diminuição de produção de chinelos de couro.

Para substituir o couro, devido à escassez do material, nos anos 50 surgiu o EVA (Etileno Acetato de Vinila - polímero) que fora disseminado para uso a partir da década de 70 na indústria calçadista. O uso desse material proporciona um barateamento dos custos de produção e uma maior flexibilidade, já que é vendido em placas que podem ser facilmente locomovidas, além de serem leves, como expõe Lovo (2014). Ademais, esse material se mostra



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

hoje, a principal matéria prima na confecção de chinelos pela sua gama de cores, versatilidade e possibilidade criativa.

No entanto, de acordo com Venturini e Lopes (2015), tendo em mente a responsabilidade socioambiental que permeia as empresas, analisar cada um dos processos através dos pilares do tripé sustentável – ambiental, social e econômico – passa a ser primordial para a implantação de novas práticas que corroborem com uma estratégia que envolva promoção econômica, preservação e conservação ambiental, além de participação social, a fim de harmonizar o olhar entre a lucratividade, a consciência ambiental e o alto desempenho organizacional.

Diante disso, seguindo uma estratégia de fortalecimento da química renovável, em 2010, a Braskem lançou no mercado o “EVA verde”, segundo o site da empresa, produzido através da cana-de-açúcar para fortalecer esse mercado sustentável, contribuindo com diversas áreas da economia. Sendo assim, utilizamos esse EVA como base para nossas exposições.

O desenvolvimento desse estudo, diante de todo o cenário apresentado, visa fazer uma análise comparativa entre a produção de chinelos a partir do “EVA comum” e do “EVA verde” através da análise de ponto de equilíbrio dos dois modelos, gerando uma discussão acerca da viabilidade e potencial produtivo de uma opção que corrobore com o desenvolvimento sustentável e com potencial nulo de agressão ao meio ambiente. Sendo assim, para o alcance dos objetivos pretendidos no trabalho, o mesmo está organizado em seis seções. A primeira seção é esta, onde introduziu-se o tema; a seguir, contextualiza-se o referencial teórico que fundamenta a pesquisa, permeando temas como pesquisa operacional; ponto de equilíbrio, otimização quadrática e sustentabilidade. Na terceira seção, explica-se a metodologia utilizada; na quarta apresenta-se os resultados conduzindo para a quinta seção, onde está presente uma conclusão final acerca do que foi explorado. Finalmente, na sexta seção, lista-se as referências utilizadas para o desenvolvimento do trabalho.

## **2. Fundamentação teórica**

Com o intuito de atingir os objetivos deste estudo foi necessário apontar um referencial teórico no qual o trabalho foi fundamentado. Dessa forma, este item traz uma revisão bibliográfica, na qual se procurou delimitar os principais conceitos relacionados aos temas, tendo assim, uma base para formular o desenvolvimento do problema em questão, abordando aqui os assuntos: pesquisa operacional; ponto de equilíbrio; otimização quadrática e a sustentabilidade.

### **2.1 - Pesquisa Operacional**

De acordo com Carter, Price e Tabadi (2019), a Pesquisa Operacional nasceu durante a Segunda Guerra Mundial, com os ingleses, na busca de desenvolver armas, dispositivos e equipamentos de suporte. Durante o decorrer da guerra, a pesquisa operacional espalhou-se para diversos outros campos, como química, física, estatística, matemática e engenharia, contribuindo para o desenvolvimento de combustíveis, aviões, radares e formulações de estratégias mais precisas. O mesmo foi usado no gerenciamento de trabalho e materiais das tropas. Após o fim da grande guerra, visto o sucesso da P.O. no conflito, as habilidades dos



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

cientistas engajadas na causa foram imediatamente requisitadas para fins industriais, financeiros e governamentais, a fim de orientar e facilitar decisões.

Segundo a Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (SOBRAPO, 2020), a Pesquisa operacional (P.O.) é uma área de conhecimento que utiliza de métodos analíticos/matemáticos para ajudar as mais diversas áreas a tomar a melhor decisão possível em determinadas situações. A pesquisa operacional requer esforço e cooperação dos tomadores de decisão, analistas e pessoas envolvidas em uma equipe multidisciplinar, exigindo uma interação entre as áreas de administração, engenharia, computação e matemática. Os problemas são criados a partir da observação de fenômenos, processos ou sistemas, que descritos originam modelos matemáticos.

Virgillito (2018) define modelagem como sendo a maneira científica de se construir cenários ou mecanismos que ajudem a atingir resultados ou objetivos utilizados. Na P.O. utiliza-se a simulação para isso, cujo o autor define como modelagem na qual consiste em alterar variáveis oferecidas (como dados de entrada) e testar diversas vezes seu funcionamento, para obter o maior número de respostas possíveis ao problema analisado.

Carter, Price e Tabadi (2019), ressaltam que P.O. trata-se de tomada de decisões e define a mesma como sendo um processo humano auxiliado por intuição e fatos; porém a mesma quando tratada num meio político financeiro ou governamental e afeta-se muitas pessoas, requer muito mais do que intuição. Quando isso acontece, necessita-se de modelos matemáticos e algoritmos para guiar as decisões e torná-las mais precisas. Portanto, utiliza-se como ferramenta o método científico para a solução dos problemas, implicando em tomadas de decisões mais assertivas e eficazes, possibilitando assim construir sistemas mais produtivos através de dados e análises completas inseridas em um contexto. Para Lachtermacher (2007), a P.O. pode ser utilizada para a melhor tomada de decisão em problemas de otimização de recursos, localização, alocação de pessoas, previsão e planejamento, e roteirização.

Hillier e Lieberman (2006), mostram que para se aplicar as técnicas de P.O., é necessário montar um modelo, seguindo os passos nas respectivas sequências; definição da situação problema e coleta de dados; formulação de um modelo matemático (quantitativo); resolução do mesmo e apontamento de solução/resultado; teste/questionamento do resultado encontrado e implementação do resultado encontrado (ação). Carter, Price e Tabadi (2019) afirmam que para a formulação de um modelo matemático, que auxiliará uma decisão deve-se inicialmente ter um certo conhecimento sobre o assunto, conhecendo bem onde se quer chegar e tendo noção dos limites físicos, políticos e humanos que o seu estudo pode acarretar.

## 2.2 - Ponto de equilíbrio

A obtenção do lucro é um objetivo comum à todas as empresas. Para que seja possível o alcance de bons resultados de lucratividade, é fundamental o estabelecimento de uma relação entre os custos, o volume e o lucro em uma empresa; a chamada “análise CVL”. Para Wernke (2019), tal análise permite a previsão do impacto no lucro projetado ou de determinado período, decorrente de alterações no volume de vendas, preços, custos e despesas de uma organização. Essa análise, através da projeção do ponto de equilíbrio, possibilita a identificação dos valores a serem cobrados como preço de venda, do volume necessário de vendas e do máximo custo de fabricação de determinado bem ou serviço para que a empresa alcance o lucro desejado.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

Segundo Galvão *et.al* (2008), o ponto de equilíbrio ou *Break Even Point* é definido como o ponto de resultado operacional nulo, onde se igualam às receitas totais de uma empresa todas as despesas e custos despendidos pela mesma, não havendo lucro ou prejuízo. Em outras palavras, graficamente, é neste ponto onde há a intersecção das retas da receita e custo totais, onde o valor do lucro se iguala à zero. Antes que seja atingido o ponto de equilíbrio, a empresa terá mais gastos do que receitas, o que implica no prejuízo operacional. Do contrário, quando esse ponto é ultrapassado, sob determinado preço e demanda estipulados, o lucro passa a ser obtido, de modo que o valor das receitas será superior ao valor dos custos.

Conforme Virgillito (2018), os processos de otimização linear, estudados nos livros de Pesquisa Operacional são frequentemente utilizados para alocar os recursos escassos de uma empresa, objetivando maximizar os resultados produzidos, projetando-os e medindo-os através de formulações algébricas. Em empresas fabricantes de bens de consumo, é comum a aspiração em saber quantas unidades de determinado produto devem ser produzidas e vendidas para que seja alcançado o ponto de equilíbrio. Para sua realização, esta análise pode ser modelada no Excel por meio do comando “Attingir Meta”, definindo a célula onde é contabilizado o lucro bruto obtido e posteriormente estabelecendo o valor 0 para a mesma. Seleciona-se também a célula variante: a quantidade de vendas. Ao acionar o comando, o cálculo será efetuado e a conta evidenciará a quantidade a ser vendida para que o lucro se iguale ao valor zero.

Larson (2017), direcionou a análise do ponto de equilíbrio ao mix de uma empresa prestadora de serviços de guincho e *munck*, localizada no município de Cacoal, em Rondônia, objetivando concluir quais dos serviços prestados fornecem maiores lucros à empresa de pequeno porte. Para a realização da análise, primeiramente foram classificados os tipos de serviço ofertados como para veículos leves ou pesados e para dentro ou fora do perímetro urbano. A seguir, foi realizada a soma de todos os custos fixos (como mão de obra, licenciamento de veículos, manutenção e pró-labore) com as despesas fixas (como energia, água, telefone e internet), resultando em um total de gastos fixos. Em seguida foi feito o cálculo da margem de contribuição para cada um dos diferentes tipos de serviços prestados, para diferentes tamanhos de veículos e perímetros, subtraindo do total da receita de venda do serviço, todos os gastos variáveis, totalizando o valor da margem de contribuição. Dividindo esse valor pelo total do preço de venda, obteve-se o percentual da margem de contribuição.

Por fim, o cálculo do ponto de equilíbrio foi efetuado a partir da divisão do custo fixo total pela somatória das margens de contribuição multiplicadas pelas respectivas quantidades de cada serviço, dividindo posteriormente pela quantidade total de serviço prestado. Assim, obteve-se o valor do ponto de equilíbrio, o qual resultou na quantidade de 22 serviços prestados ao mês. Prosseguindo a análise, tal resultado foi distribuído para cada uma das classificações de serviços ofertados, o que evidenciou nitidamente que a empresa opera acima de seu ponto de equilíbrio, uma vez que oferece um total de 79 serviços por mês (LARSON, 2017).

### 2.3 – Otimização Quadrática

Conforme Taha (2008), a teoria clássica da otimização é utilizada para a determinação de pontos máximos e mínimos extremos em problemas de funções com restrições ou não, fornecendo a base para algoritmos da programação não linear, estreitamente relacionada a



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

problemas de planejamento econômico. Classifica-se como programação quadrática, segundo Hillier e Lieberman (2006), problemas que apresentam restrições lineares e têm sua função objetivo  $f(x)$  quadrática, ou seja, envolvem o produto de duas variáveis ou o quadrado de uma variável básica. Assim, uma função quadrática de uma variável pode ser representada por  $f(x) = ax^2$ , enquanto uma função quadrática de duas variáveis se dá por  $f(x_1; x_2) = ax^2_1 + bx_1.x_2 + cx^2_2$ , e assim por diante. Para a resolução da equação de 2º grau, podem-se aplicar diversos métodos diferentes, porém o mais utilizado é a Fórmula de Bhaskara. Na representação gráfica, a curva de uma função quadrática passa pelo eixo “x” nas raízes, ou então, nos zeros da função, dependendo do valor de Delta.

Em um caso de programação quadrática onde se busca a maximização em que a função que se objetiva é côncava (curva do gráfico orientada para baixo) o ponto máximo a ser encontrado será o “máximo global”. Já quando a função é convexa (curva do gráfico orientada para cima) para problemas de minimização, o ponto mínimo encontrado será o “mínimo global” (BELFIORE; FÁVERO, 2013).

## 2.4- Sustentabilidade

No meio empresarial, o desenvolvimento sustentável implica em um processo impositivo de melhoria contínua, visando o uso mais consciente de recursos para satisfazer as crescentes necessidades do consumidor e diminuir os impactos ambientais. Inovações devem ser progressivamente incorporadas aos programas e políticas existentes, se uma empresa pretende ficar à frente das exigências legais, das expectativas da comunidade e dos seus concorrentes (CAMPOS, 1996).

Segundo Campos (1996), a sustentabilidade empresarial envolve as ações de uma organização em relação ao meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável da sociedade. Assim, para que uma empresa seja considerada sustentável, ela deve assumir posicionamentos éticos ambientais e sociais, adotando práticas que favoreçam seu crescimento econômico sem agredir o meio ambiente e colaborando com a qualidade de vida social. Inclusive, Leff (2011) expõe que há uma quantidade considerável de leis a fim de garantir que as empresas se comprometam com a comunidade, busquem preservar a natureza e criem métricas ecológicas, garantindo a responsabilidade com as próximas gerações.

Para atingir os objetivos da sustentabilidade, as instituições buscam diferentes formas de realizar seu trabalho, uma vez que a inovação não é restrita a avanços tecnológicos inéditos, representando mudanças na estrutura dos negócios, incluindo alterações na gestão, aperfeiçoamento e modernização de práticas tradicionais, melhorias no processo de produção ou até mesmo um novo modelo de negócio (CAMPOS, 1996).

Com a disseminação do termo sustentabilidade, o modelo *triple bottom line* ou tripé da sustentabilidade ganha força pela amplitude em relação ao conceito que permeia de maneira sólida e integrada os pilares econômico, ambiental e social, agregando valor à empresa e incorporando essas vertentes à estratégia corporativa. O foco da mesma consiste em não apenas focar no lucro, mas no crescimento estruturado e sustentável, permeando os pilares citados. O objetivo dessa proposta consiste em reduzir os impactos ambientais e gerar valor nos âmbitos social e ambiental (VENTURINI; LOPES, 2015).



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

Aqui conclui-se a seção de fundamentação teórica, e a seção seguinte apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento deste artigo.

### 3. Metodologia

A pesquisa aqui apresentada leva em consideração abordagens quantitativas e qualitativas, bem como objetivos exploratórios, a fim de alcançar, através dos temas abordados, resultados concretos a respeito da viabilidade produtiva de ambos os produtos analisados. Como um meio para a compreensão dos pontos envolvidos na análise prática, foi primeiramente efetuada a pesquisa bibliográfica, concluída a partir da literatura e artigos acadêmicos, na qual são apresentados os principais conceitos relacionados ao estudo da análise presente neste artigo.

Para a realização da etapa prática, primeiramente foi definido o volume de produção da fábrica no período de um mês, de acordo com sua capacidade produtiva. Os dados referentes aos custos fixos e a demanda foram estipulados a partir de pesquisas e comparações com outras organizações. Para a definição dos custos variáveis, a coleta de dados foi mais específica, pontuando dimensões e o custo da matéria prima com base em produtos semelhantes existentes no mercado. Contabilizando também como custo variável, foi calculado o custo unitário da mão de obra, que resultou da efetuação do rateio do valor da mão de obra direta por chinelo.

Possuindo tais dados como ponto de partida, procedeu-se a análise dos custos, ponto de equilíbrio e otimização quadrática, utilizando como fundamento os métodos apresentados por Eppen *et al.* (2010). Os resultados dessa análise serão apresentados no próximo capítulo.

### 4. Resultados

Esta seção é destinada a apresentar os resultados deste trabalho, os quais estão organizados em duas categorias. A primeira demonstra a Análise dos Custos, divididos entre fixos e variáveis. A segunda categoria evidencia a Análise da Lucratividade trazendo consigo os dados para embasar tal estudo. As análises têm por objetivo esclarecer, através de modelos matemáticos, um comparativo entre custos de produção, preços e lucros de chinelos comuns e chinelos de EVA verde. Para fins de análise comparativa serão utilizados recursos como gráficos, tabelas, dados e projeções, elaborados através dos custos diretos e indiretos de produção, demanda e preços mínimos e máximos, visando atingir resultados visíveis como o ponto de equilíbrio, faixas de preço do chinelo, demanda mínima e o preço ótimo de venda, objetivando sempre o lucro máximo.

#### 4.1 Análise de Custos

Os dados dos custos utilizados para análise, apresentados a seguir, são estimativas iniciais pesquisadas, e bem próximas da realidade, com o intuito de apenas auxiliar o aprendizado em uma análise sob a viabilidade econômica do projeto. Os dados poderão ser aperfeiçoados futuramente em caso de realização do projeto de chinelo verde, a fim de se ter uma realidade mais verossímil.

Os custos atribuídos foram relacionados a uma empresa de pequeno porte e divididos entre custos fixos e custos variáveis. Os custos fixos (figura 1) são semelhantes para os dois



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 17 a 19 de novembro de 2020

chinelos, devido ao fato de o processo produtivo utilizar absolutamente os mesmos passos, espaço físico, maquinário e número de funcionários, pois altera-se apenas a matéria prima; tendo isso em vista, o custo variável e, consequentemente unitário do chinelo é diferente. Todos os custos a seguir são mensais.

<b>Custos Fixos Mensais</b>	<b>R\$</b>
Aluguel	2.000
Energia	500
Água	200
Depreciação das máquinas	62,5
Depreciação das Fresadeiras	108,3
Internet	399
<b>Mão de Obra</b>	
Faxina	1.567,50
Função Administrativa	3.450,00
Embalagem / SAC	1.800,00
<b>Total</b>	<b>13.801,50</b>

Figura 1 – Tabela de custos fixos mensais (Fonte: elaborado pelos autores).

Já os custos variáveis como podemos ver nas tabelas da figura apresentam diferenciação. Nota-se que o custo variável do chinelo comum é de R\$10,00 reais e o do chinelo sustentável é de R\$ 12,00 reais, isso representa uma variação de 20% a mais no custo de fabricação do chinelo sustentável. Essa variação se deve devido ao fato da placa de Eva verde utilizada no solado custar em média 60% a mais do que a placa de borracha convencional. Lembrando que os custos podem sofrer variações mensais de acordo com a cotação da matéria prima, principalmente a do EVA verde, que tem preço muito instável (por isso utilizou-se uma média de preço).

<b>Chinelo Comum</b>		<b>Chinelo Sustentável</b>	
<b>Custos variáveis por chinelo</b>		<b>Custos variáveis por chinelo</b>	
Placa de borracha	R\$ 3,20	Placa de EVA Verde	R\$ 5,20
Par de tiras	R\$ 0,40	Par de Tiras	R\$ 0,40
Embalagem	R\$ 3,60	Embalagem	R\$ 3,60
Mão de obra direta	R\$ 2,80	Mão de obra direta	R\$ 2,80
<b>Total</b>	<b>R\$ 10,00</b>	<b>Total</b>	<b>R\$ 12,00</b>

Figura 2 – Custos variáveis Chinelo comum (Fonte: elaborado pelos autores).

Destaca-se que as tiras do chinelo são iguais para ambos os modelos, e que a embalagem também é reciclável para ambos, e leva nela o logo da empresa estampado. Para fins de análise, os dois chinelos consideram o mesmo tempo e expectativa de produção.

O preço de venda dos chinelos mantém a mesma margem de lucro para ambos, sob os custos variáveis, que é de 100%. Com base nisso o chinelo comum custará R\$20,00 e o chinelo de EVA verde custará R\$ 24,00; sendo 20% mais caro.

Para identificar quantas unidades é necessário se vender para cobrirmos todos os custos (lucro = 0) utilizamos do cálculo do ponto de equilíbrio. O mesmo é calculado através da



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 17 a 19 de novembro de 2020

equação  $L = \text{Receita} - \text{Custo Total}$ , onde a receita é calculada pelo preço multiplicado pela demanda e custo total é a somatória dos custos fixos e variáveis de acordo com a demanda; obtendo a fórmula:  $L = P \cdot D - (CF + CV \cdot D)$ . Então basta colocar os dados na mesma e obtemos o P.E. como na figura 3.

<b>Chinelo Comum</b>	<b>Chinelo Sustentável</b>
$L = R - CT \rightarrow L=0$	$L = R - CT \rightarrow L=0$
$L = P \cdot D - (CF + CV \cdot D)$	$L = P \cdot D - (CF + CV \cdot D)$
$0 = 20 \cdot D - (13.801,50 + 10,00 \cdot D)$	$0 = 24 \cdot D - (13.801,50 + 12 \cdot D)$
$0 = 20D - 13.801,50 - 10,00D$	$0 = 24D - 13.801,50 - 12D$
$10D = 13.801,50$	$12D = 13.801,50$
$D = 13.801,50/10$	$D = 13.801,50/12$
<b>D = 1.380,15 unidades por mês</b> <b>(Demanda para lucro 0)</b>	<b>D = 1.150,125 unidades por mês</b> <b>(Demanda para lucro 0)</b>

Figura 3 – Cálculo do Ponto de equilíbrio (Fonte: elaborado pelos autores).

Pode-se perceber, ao calcular o ponto de equilíbrio, que para o chinelo comum é necessário vender aproximadamente 230 chinelos a mais do que o de EVA verde para cobrir os custos, o que representa os mesmos 20% citados nos parágrafos anteriores. Porém, devido ao fato de o chinelo de Eva verde ser mais caro, pode implicar em uma maior dificuldade de venda caso não atingir o público que se interessa a esse produto sustentável. Podemos visualizar melhor isso nos gráficos de ponto de equilíbrio de cada chinelo a seguir, nas figuras 4 e 5.

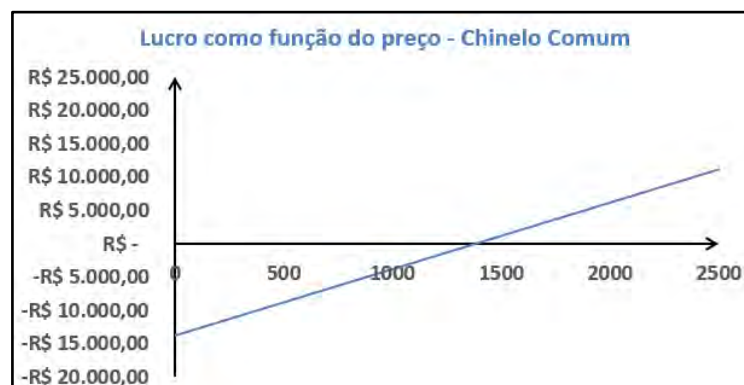


Figura 4 – Gráfico P.E. do chinelo comum (Fonte: elaborado pelos autores).





II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 17 a 19 de novembro de 2020

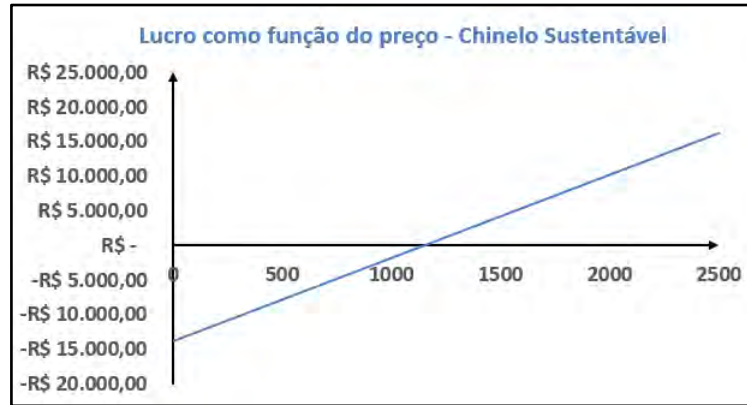


Figura 5 - Gráfico P.E. do chinelo de EVA verde (Fonte: elaborado pelos autores).

Para encontrar e conferir o P.E. calculado manualmente anteriormente, utiliza-se da tecnologia, ferramenta indispensável aliada a pesquisa operacional. Foi utilizada a ferramenta “Atingir Meta” (figura 6) encontrada no Microsoft Excel dentro da aba “Teste de hipóteses” em “Dados”. Nessa ferramenta foi assinalada no espaço “Definir célula” a variável que deve ser igualada a zero (no caso o lucro), no espaço “Para valor”, definiu-se o objetivo (valor 0, para o lucro) e em “Alterando Célula” é o que será alterado para atingir o objetivo (a demanda, em unidades). Então, o resultado será dado, e assim, constata-se que são coincidentes com os efetuados manualmente (figura 7).

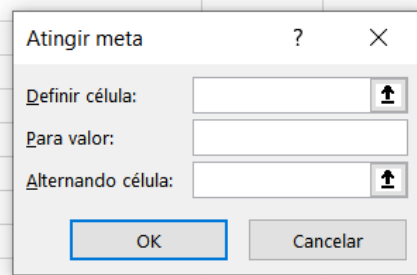


Figura 6 – Função Atingir meta (Fonte: elaborado pelos autores).

Chinelo Comum		Chinelo Sustentável	
D = 13.801,50/10		D = 13.801,50/12	
D = 1.380,15 unidades por mês		D = 1.150,125 unidades por mês	
(Demanda para lucro 0)		(Demanda para lucro 0)	
D	L	D	L
1380,15	0,00	1.150,13	0,00

Figura 7– Comparação resolução manual e a utilizando o “Atingir meta” (Fonte: elaborado pelos autores).



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 17 a 19 de novembro de 2020

Assim, conclui-se a primeira categoria de análise, e a seguir é analisada a lucratividade bem como o ponto ótimo, visando o lucro máximo.

#### 4.2-Análise da Lucratividade

Tendo definida a quantidade mínima de vendas de ambos os modelos de chinelo para que a empresa não arque com prejuízo, torna-se necessário estipular os valores de preço de venda máximo, mínimo e ótimo. Para alcançar tais resultados, primeiramente foram presumidos, com base numa análise de mercado, uma média de valores correspondentes à demanda em unidades, que oscilam à medida que o preço unitário de venda aumenta ou diminui. A figura 8 evidencia os números relativos aos preços e demandas do chinelo convencional e do chinelo sustentável, cujos preços de venda são mais elevados, devido ao dispêndio de um maior custo variável para a sua fabricação.

Preço	Demanda (unidades)
<b>Chinelo Convencional</b>	
R\$ 19,00	1.650
R\$ 20,00	1600
R\$ 21,00	1550
<b>Chinelo Sustentável</b>	
R\$ 23,00	1650
R\$ 24,00	1600
R\$ 25,00	1550

Figura 8 – Variação de preço e demanda (Fonte: elaborado pelos autores)

Analisando a tabela apresentada, nota-se que, para ambos os produtos, uma variação positiva de R\$1,00 no preço de venda, ocasiona uma variação negativa de 50 unidades na demanda. Dessa forma, pode-se afirmar matematicamente que a demanda é uma função do preço:  $D = f(p)$ , que origina a equação da demanda:  $D = a.p + b$ .

Para o cálculo dos coeficientes “a” e “b”, substituiu-se na fórmula, dois dos valores, previamente estipulados, referentes aos preços e demandas, que então, originaram duas equações diferentes. Ao negatizar uma das equações e igualá-la à outra, é possível chegar no valor do coeficiente a (-50 para ambos os produtos), como é demonstrado na figura 9. Posteriormente, substituiu-se o valor encontrado em uma das equações originais, e assim, foi encontrado o valor do coeficiente b (2.600 para chinelos comuns e 2.800 para os sustentáveis). Pode-se então, definir a equação final da demanda como:  $D = -50p + 2.600$ , para os chinelos convencionais e  $D = -50p + 2.800$ , para os chinelos sustentáveis.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 17 a 19 de novembro de 2020

Coefficientes a e b Chinelos comuns	Coefficientes a e b Chinelos Sustentáveis
$D = a.p + b$	$D = a.p + b$
$1600 = 20a + b$	$1600 = 24a + b$
$1550 = 21a + b$	$1550 = 25a + b$
$1600 - 1550 = 20a - 21a + 0b$	$1600 - 1550 = 24a - 25a + 0b$
$50 = -a$	$50 = -a$
<b><math>a = -50</math></b>	<b><math>a = -50</math></b>
$1600 = 20(-50) + b$	$1600 = 24(-50) + b$
$1600 + 1000 = b$	$1600 + 1.200 = b$
<b><math>b = 2600</math></b>	<b><math>b = 2.800</math></b>
<b><math>D = -50p + 2600</math></b>	<b><math>D = -50p + 2800</math></b>

Figura 9- Cálculo de Coeficientes (Fonte elaborado pelos autores).

No Excel, as mesmas equações podem ser obtidas ao selecionar separadamente os dados da tabela representada pela figura 8 e inserir um gráfico de dispersão. Clicando com o botão direito do mouse sobre um dos pontos representados no gráfico, é possível formatar a linha de tendência e inserir automaticamente a equação sobre o gráfico. Para isso é necessário acionar o comando “Exibir a equação no gráfico”, como mostra a figura 10. Dessa forma, a equação é sobreposta à linha do gráfico, como demonstram as figuras 11 e 12.

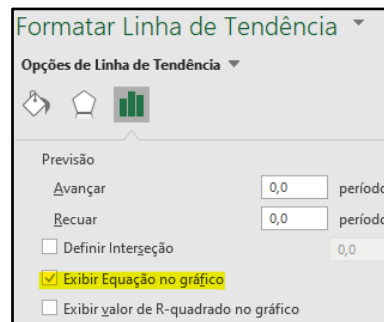


Figura 10- Exibir equação no gráfico (Fonte: elaborado pelos autores)



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 17 a 19 de novembro de 2020

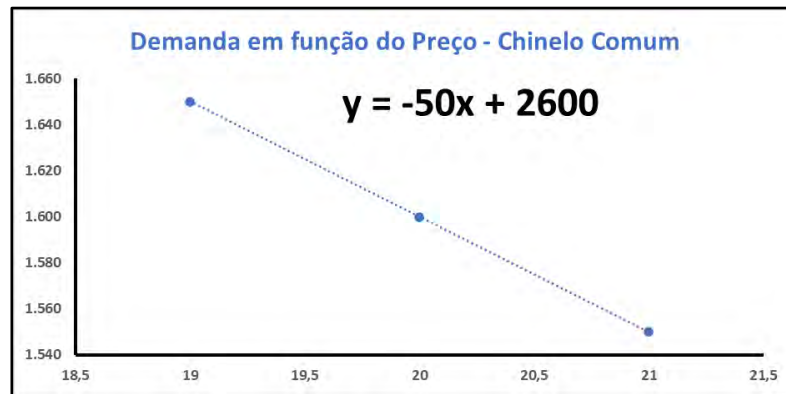


Figura 11 – Gráfico da demanda de chinelos comuns (Fonte: elaborado pelos autores)

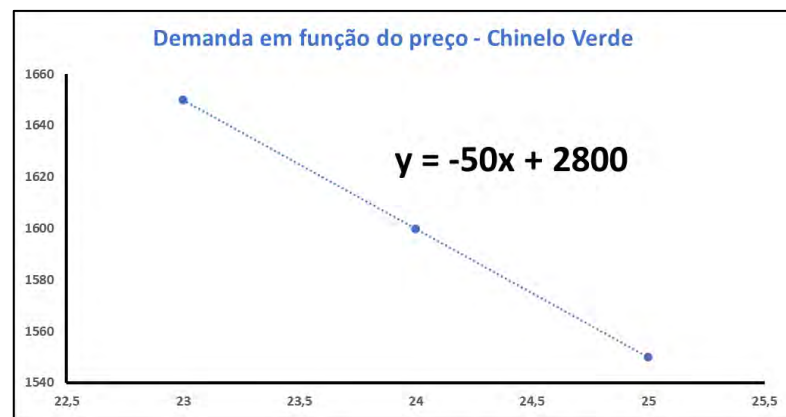


Figura 12 – Gráfico da demanda de chinelos sustentáveis (Fonte: elaborado pelos autores)

A partir da equação da demanda encontrada, pode-se estabelecer o lucro obtido com as vendas, bem como os valores relacionados aos preços, que correspondem às raízes da equação e determinam os pontos de equilíbrio. Para a obtenção desses resultados, toma-se como ponto de partida a fórmula do lucro. “ $L = R - CT$ ”. Sabendo-se que a fórmula da receita se dá por: “ $R = p \cdot d$ ”, pode-se substituir a fórmula do lucro com os valores já encontrados, definindo a equação “ $L = p \cdot d - (CF + C \text{ unit} \cdot d)$ ”. A aplicação da fórmula é demonstrada na figura 13.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 17 a 19 de novembro de 2020

**Equação do Lucro**

**Chinelo Comum**  
 $L = p \cdot (-50p + 2600) - [13.801,50 + 10(-50p + 2600)]$   
 $L = -50p^2 + 2600p - [13.801,50 - 500p + 26.000]$   
 $L = -50p^2 + 2600p - 13.801,50 + 500p - 26.000$   
 **$L = -50p^2 + 3.100p - 39.801,50$**

**Chinelo Sustentável**  
 $L = p \cdot (-50p + 2800) - [13.801,50 + 12(-50p + 2800)]$   
 $L = -50p^2 + 2800p - [13.801,50 - 600p + 33.600]$   
 $L = -50p^2 + 2800p - 13.801,50 + 600p - 33.600$   
 **$L = -50p^2 + 3.400p - 47401,50$**

**Figura 13 – Equação do lucro (Fonte: elaborado pelos autores)**

A igualdade gerada pela fórmula do lucro é uma equação do segundo grau. Seguindo a metodologia da fórmula de Bhaskara, a equação resulta em duas raízes que definem o valor de “p”; uma delas representa um valor máximo e a outra, porém, um valor mínimo. O valor do “p mínimo” diz respeito a qual deveria ser o preço mínimo a ser cobrado por chinelo, para que não haja prejuízo. Já o valor do “p máximo” relaciona-se ao preço máximo a ser cobrado por unidade vendida para que se tenha demanda o suficiente e não haja prejuízo. Tais valores foram calculados para o chinelo comum e o chinelo sustentável. Os resultados são demonstrados na Figura 14.

Preços Máximos e Mínimos de Venda		
<b>Chinelo Convencional:</b>		
Preço Mínimo	R\$	18,15
Preço Máximo	R\$	43,84
<b>Chinelo Sustentável:</b>		
Preço Mínimo	R\$	19,57
Preço Máximo	R\$	48,42

**Figura 14 – Preços máximos e mínimos (Fonte: elaborado pelos autores)**

Para a confirmação dos resultados finais, foi utilizada a ferramenta de conhecimento computacional Wolfram Alpha, que permite a resolução automática de equações como as que estão sendo analisadas. Para isso, basta somente transcrever a equação do lucro para a barra de pesquisa do site e teclar “Enter”. Então, as raízes são calculadas automaticamente, como mostram as figuras 15 e 16.

**Figura 15: Cálculos Wolfram Alpha – Chinelo Comum (Fonte: Wolfram Alpha)**



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 17 a 19 de novembro de 2020

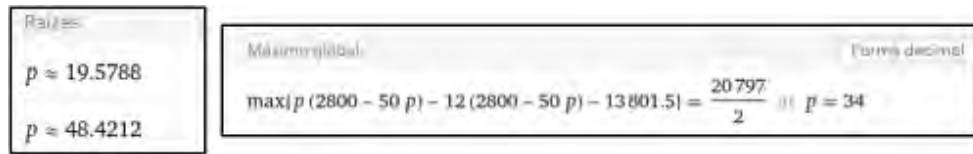


Figura 16: Cálculo Wolfram Alpha - Chinelo Sustentável (Fonte: Wolfram Alpha)

Além dos preços máximos e mínimos para que o lucro seja 0, foi também calculado o valor do preço ideal, ou seja, o preço que mais se relaciona ao objetivo de maximizar o lucro. Esse valor também pode ser encontrado através do Wolfram Alpha, pelo mesmo procedimento descrito anteriormente. As figuras 15 e 16 também demonstram esse cálculo (máximo global).

Os preços mínimos e máximos que implicam em um resultado financeiro nulo, bem como o preço ótimo, que maximiza os lucros, também podem ser facilmente calculados pelo Excel. Primeiramente, é necessário realizar uma estimativa de preços e demandas, calculando em seguida o lucro a ser obtido. A partir dos valores estimados dos preços elencados, é possível calcular as demandas para cada um dos preços, partindo de suas equações aqui previamente evidenciadas. Tendo em mãos esses resultados, é permitido o cálculo do lucro, multiplicando o preço pela demanda e subtraindo os custos totais. Para o sucesso dessa análise, foram definidos preços de R\$1,00 a R\$60,00 e assim, respectivamente, calculados os valores de demanda e lucro. A figura 17 mostra um resumo das tabelas completas, evidenciando os valores mais relevantes a esta análise.

Chinelo Comum			Chinelo Sustentável		
Preço	Demanda	Lucro	Preço	Demanda	Lucro
R\$ 16,00	1800	-R\$ 3.001,50	R\$ 17,00	1950	-R\$ 4.051,50
R\$ 17,00	1750	-R\$ 1.551,50	R\$ 18,00	1900	-R\$ 2.401,50
R\$ 18,00	1700	-R\$ 201,50	R\$ 19,00	1850	-R\$ 851,50
R\$ 19,00	1650	R\$ 1.048,50	R\$ 20,00	1800	R\$ 598,50
R\$ 20,00	1600	R\$ 2.198,50	R\$ 21,00	1750	R\$ 1.948,50
R\$ 21,00	1550	R\$ 3.248,50	R\$ 22,00	1700	R\$ 3.198,50
R\$ 29,00	1150	R\$ 8.048,50	R\$ 32,00	1200	R\$ 10.198,50
R\$ 30,00	1100	R\$ 8.198,50	R\$ 33,00	1150	R\$ 10.348,50
R\$ 31,00	1050	R\$ 8.248,50	R\$ 34,00	1100	R\$ 10.398,50
R\$ 32,00	1000	R\$ 8.198,50	R\$ 35,00	1050	R\$ 10.348,50
R\$ 33,00	950	R\$ 8.048,50	R\$ 36,00	1000	R\$ 10.198,50
R\$ 41,00	550	R\$ 3.248,50	R\$ 46,00	500	R\$ 3.198,50
R\$ 42,00	500	R\$ 2.198,50	R\$ 47,00	450	R\$ 1.948,50
R\$ 43,00	450	R\$ 1.048,50	R\$ 48,00	400	R\$ 598,50
R\$ 44,00	400	-R\$ 201,50	R\$ 49,00	350	-R\$ 851,50
R\$ 45,00	350	-R\$ 1.551,50	R\$ 50,00	300	-R\$ 2.401,50
R\$ 46,00	300	-R\$ 3.001,50	R\$ 51,00	250	-R\$ 4.051,50

Figura 17: Preço, Demanda e Lucro (Fonte: elaborado pelos autores)

Como é evidenciado na tabela da esquerda, da figura 17, o valor do preço mínimo de venda de uma unidade de chinelo comum, para resultado de lucro 0, está entre a faixa de preço de R\$ 18,00 a R\$19,00 (que demonstra o intervalo onde o lucro deixa de ser negativo e passa a ser positivo), bem como o valor do preço máximo está entre R\$43,00 e R\$44,00. Para chegar ao valor exato de preço mínimo e máximo, basta acionar o comando “Atingir Meta”, como já foi demonstrado. A célula representante do lucro deve ser definida para valor zero, enquanto a



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 17 a 19 de novembro de 2020

célula do preço correspondente à mesma linha é alternada. Depois disso, basta somente clicar em “ok” e o resultado será mostrado. Para se obter o valor mínimo, deve-se aplicar células que compreendem os menores valores de lucro, enquanto para obter o valor máximo, células correspondentes a maiores valores de lucro.

Para se chegar ao valor do preço ótimo, através do Excel, basta acionar o comando “Solver”, também disponível na aba “Dados”. Na caixa de texto que será aberta, como demonstra a figura 18, define-se como objetivo a célula correspondente ao lucro, ativa-se “Máx”, para que esse lucro seja maximizado e alterna-se a célula do preço, na barra abaixo. Em seguida, basta somente clicar em “Resolver” que o resultado referente ao preço ótimo a ser cobrado será definido. Chega-se então nos valores R\$30,99 para chinelos convencionais e R\$33,99 para chinelos sustentáveis. Os gráficos que representam os preços mínimos, máximos e ótimos de ambos os chinelos estão representados na figura 19.

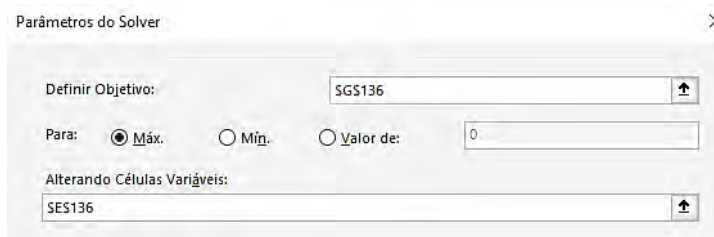


Figura 18 – Comando Solver (Fonte: elaborado pelos autores)

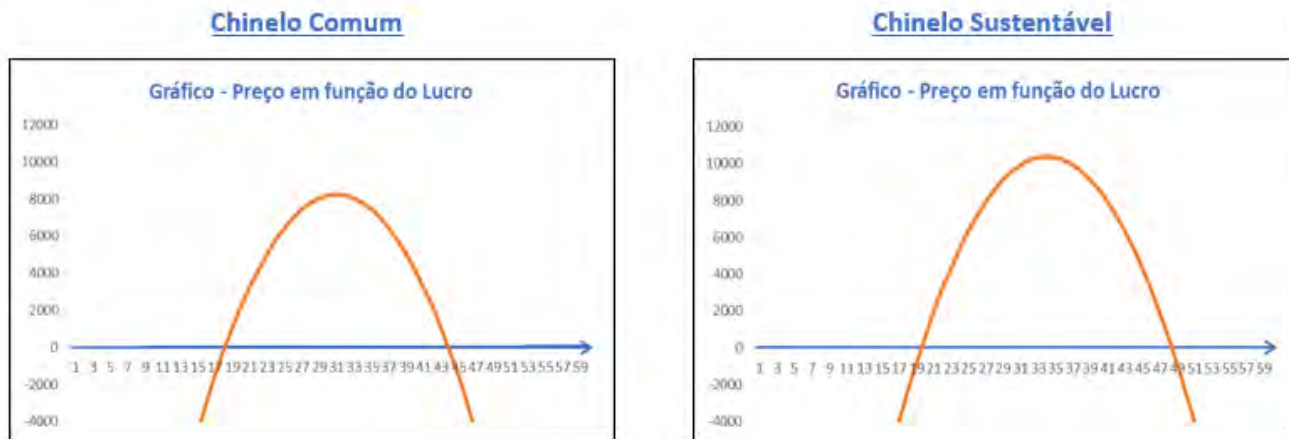


Figura 19 – Gráficos do Preço em função do Lucro (Fonte: elaborado pelos autores)

## 5. Conclusões

Para a conclusão deste artigo, deve-se ressaltar que, embora os dados referentes aos custos não estejam definidos com precisão, os mesmos não invalidam a análise, uma vez que o objetivo deste trabalho é compreender a técnica de análise do ponto de equilíbrio e otimização quadrática. Desse modo, pode-se afirmar que os objetivos pretendidos por este trabalho foram



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

plenamente atendidos, chegando a uma conclusão eficiente acerca da viabilidade econômica na fabricação dos dois chinelos.

As dificuldades que naturalmente surgiram no decorrer do trabalho foram inerentes à apuração dos custos relativos ao EVA verde, que, por ser uma matéria prima incomum, não há em larga escala e em plena disponibilidade no mercado fornecedor, além de se tratar de um produto que apresenta altas variações semanais de preços. Essa combinação de fatores implica na aquisição do produto feita sob encomenda, o que dificulta a rápida obtenção de informações sobre o mesmo, além de inviabilizar uma concorrência justa de fornecedores a fim de minimizar os riscos de ruptura.

Diante da análise apresentada, inicialmente percebe-se que o EVA utilizado no chinelo sustentável é em média 60% mais caro do que o EVA comum, porém essa porcentagem é diluída juntamente ao processo de fabricação, o qual é exatamente igual ao de um chinelo comum, fazendo que o chinelo sustentável seja apenas 20% mais caro. Mantendo 100% de margem de lucro para os dois chinelos, obtemos o preço de R\$20,00 para o chinelo convencional e R\$ 24,00 para o sustentável. Pode parecer algo discrepante quando analisada de forma puramente quantitativa. Os preços de ambos os chinelos são bem factíveis e condizentes com a realidade, tendo potencial para brigar com os demais. A margem estipulada é alta e suficiente para atingirmos uma concorrência leal, embora os preços ótimos indiquem valores um pouco mais elevados.

No entanto, tendo em mente o posicionamento do chinelo de EVA verde, o conceito e a proposta envolta em sua confecção, faz-se extremamente viável e digna de substituição advinda de todo valor agregado. Apesar da maior dificuldade de venda de um chinelo com um valor mais alto, há uma tendência importante da população em consumir produtos com um apelo sustentável e um conceito que corrobore com o meio ambiente e minimize os danos causados ao planeta.

Destaca-se a importância do chinelo de EVA verde diante do cenário sustentável, uma vez que o mesmo contribui para a redução dos gases causadores do efeito estufa ao captar e fixar CO<sub>2</sub> durante o seu processo produtivo. O EVA verde absorve cerca de 2,51 toneladas de CO<sub>2</sub> da atmosfera para cada tonelada produzida. Além disso, a cana de açúcar é uma commodity presente em abundância no Brasil, o que de certa forma acaba tornando o produto mais acessível. Sob a perspectiva desse fator, há uma grande possibilidade de exportação de produtos feitos dessa matéria-prima “verde”, visto que a mesma atrai atenção do mundo todo, estando presente em mais de 150 países e recebem o selo “*I’m green*” que informa ao consumidor sua origem renovável.

## 6. Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CALÇADOS. Abicalçados, 2020. Calçados do Brasil. Disponível em <[www.abicalçados.com.br](http://www.abicalçados.com.br)>. Acesso em: 25 de outubro de 2020.

BELFIORE, Patrícia; FÁVERO, Luiz Paulo. **Pesquisa operacional para cursos de engenharia**. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.





II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

- CAMPOS, L. M. S. **Um estudo para definição e identificação dos custos da qualidade ambiental**. Florianópolis. 1996.
- CARTER, Michael; PRICE, Camille; RABADI, Ghaith. **Operations Research: a practical introduction**. 1ª ed. Boca Raton, FL: Taylor e Francis group, 2019.
- GALVÃO, Alexandre et al. **Finanças Corporativas: Teoria e Prática Empresarial no Brasil**. 1.Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- HILLIER.F.S; LIEBERMAN. G.J. **Introdução á pesquisa operacional**. 8ª ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.
- LACHTERMACHER.Gerso. **Pesquisa operacional na tomada de decisões**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- LARSON, Ilda Maria da Silva. **Análise do ponto de equilíbrio do mix em empresa prestadora de serviço de guincho e munck, no município de Cacoal (RO)**. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Contábeis) - Universidade Federal de Rondônia, Cacoal, 2017. Disponível em: <https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/1771> . Acesso em 25 set. 2020.
- LEFF, E. **Saber ambiental: Sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Enrique Leff; tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. 8. ed. Petrópolis: Vozes, 2011.
- LOVO, DENNER HENRIQUE. **Industrias de chinelos em E.V.A – Um estudo de viabilidade no município de Pimenta Bueno**. Cacoal – RO, 2014.
- MOREIRA, Daniel Augusto. **Pesquisa operacional: curso Introdutório**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- SBPO. Sociedade Brasileira de pesquisa operacional, 2020.**SBPO: Sobre pesquisa operacional**. Disponível em:<https://sbpo2020.galoa.com.br/en/home-2/> Acesso em: 27, de setembro de 2020.
- TAHA, Hamdy. A. **Pesquisa operacional: uma visão geral**. 8ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.
- VENTURINI, Lauren Dal Bem; LOPES, Luis Felipe Dias. **O modelo triple bottom line e a sustentabilidade na administração pública: pequenas práticas que fazem a diferença**. Universidade Federal de Santa Maria, 2015.
- VIRGILLITO, Salvatore Benito. **Pesquisa Operacional: Métodos de modelagem quantitativa para a tomada de decisões**. 1 Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2018.
- WERNKE, Rodney. **Análise de Custos e Preços de Venda: ênfase em aplicações e casos nacionais**. 2. Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2019.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
17 a 19 de novembro de 2020

**VENTURINI, LAUREN DAL BEM; LOPES, LUIS FELIPE DIAS. O modelo triple bottom line e a sustentabilidade na administração pública: pequenas práticas que fazem a diferença.** UFSM, 2015.