

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA INDÚSTRIA DE
PROCESSAMENTO DE POLPAS DE FRUTAS OPERANDO COM
LINHA DE APROVEITAMENTO DE CASCAS E SEMENTES DE
MARACUJÁ**

LUCAS MARTINS DA SILVA

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO – UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
MAIO - 2024**

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA INDÚSTRIA DE
PROCESSAMENTO DE POLPAS DE FRUTAS OPERANDO COM
LINHA DE APROVEITAMENTO DE CASCAS E SEMENTES DE
MARACUJÁ**

LUCAS MARTINS DA SILVA

“Tese apresentada ao Centro de
Ciências e Tecnologias Agropecuárias
da Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro, como parte
das exigências para obtenção do título
de Doutor em Produção Vegetal ”

Orientador: Prof. Dr. Eder Dutra de Resende

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
MAIO – 2024

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

S586 Silva, Lucas Martins da.

DETERMINAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE POLPA E RESÍDUOS DE CASCA E SEMENTES DE MARACUJÁ / Lucas Martins da Silva. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2024.

126 f. : il.
Inclui bibliografia.

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2024.

Orientador: Eder Dutra de Resende.

Coorientador: Alcimar das Chagas Ribeiro.

1. polpa de fruta. 2. viabilidade. 3. indústria de alimentos. 4. indicadores econômicos. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 630

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA INDÚSTRIA DE
PROCESSAMENTO DE POLPAS DE FRUTAS OPERANDO COM
LINHA DE APROVEITAMENTO DE CASCAS E SEMENTES DE
MARACUJÁ

LUCAS MARTINS DA SILVA

“Tese apresentada ao Centro de
Ciências e Tecnologias Agropecuárias
da Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro, como parte
das exigências para obtenção do título
de Doutor em Produção Vegetal”

Aprovada em 28 de maio de 2024

Comissão Examinadora:

Prof. José Donizetti, de Lima (D.Sc., Engenharia de Produção) – UTFPR

Prof. Paulo Marcelo de Souza (D.Sc., Economia Rural) - UENF

Prof. Daniel Gonçalves (D.Sc., Engenharia de Alimentos) – UENF

Prof. Alcimar das Chagas Ribeiro (D.Sc., Engenharia de Produção) - UENF

Prof. Eder Dutra de Resende (D.Sc., Engenharia Química) – UENF
(Orientador)

Dedico aos meus pais, Fabrícia e José
Geraldo, e à minha irmã Dra. Juliana.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela sustentação que me tem dado até aqui.

A Universidade Estadual do Norte Fluminense.

À CAPES pela bolsa concedida.

Ao Instituto Federal Fluminense, em especial minha chefe professora Lúcia, onde trabalhei por um período e tive além da oportunidade, uma das melhores experiências de aprendizado da minha vida.

Ao empresário da empresa que forneceu os dados para essa pesquisa e a todos os colaboradores que me receberam com muito carinho e atenção.

Ao meu orientador professor Eder Dutra de Resende e meu coorientador professor Alcimar das Chagas Ribeiro, pelo conhecimento compartilhado comigo e pela confiança, paciência e apoio ao longo deste projeto, mesmo em momentos sombrios durante a pandemia da covid-19.

Aos meus pais José Geraldo e Fabrícia e minha irmã Dra. Juliana, por todo o apoio e por acreditarem em mim e no meu sonho.

À minha amiga Bruna, por toda a ajuda científica e emocional que não me fez desistir.

Aos amigos Sol, Magno, Carol, Isamara, Juliana, Silvia e Emilly, por todas as conversas e distrações em momentos de aflição.

Aos meus familiares Antônio Carlos, Vanusa, Nathália, Amanda, Cláudia, Marcelo, Luciano, Cecília e Martina, por serem meu apoio e pelas risadas em todos os encontros.

Às professoras Daniela Barros e Luana Pereira, por acreditarem no meu trabalho e comprometimento com o programa, além de todo o apoio psicológico.

À comissão coordenadora de 2022/2023 do programa que fiz parte durante um período e que me receberam com respeito e atenção, composta pelos

professores: Daniela, Henrique, Luana, Gabriel, Richard, Elias e Jurandir e pela secretária Patrícia.

Agradeço por último a mim mesmo, por não ter desistido, por ter trabalhado duro nos últimos anos, por ter cumprido a maioria das minhas metas, por não ter faltado com minha ética e com o que acredito e por ter sido corajoso de assumir os meus sonhos para mim mesmo ao invés de seguir o que parecia mais conveniente para a sociedade.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DE LITERATURA	7
Maracujá	7
Indústria de polpas de frutas	7
Resíduos agroindústrias.....	8
Viabilidade Econômica.....	11
Custos e receitas	11
Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRm)	12
Análise de Sensibilidade (AS)	14
Metodologia de custeio ABC (custo por atividade)	15
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA INDÚSTRIA DE POLPAS CONGELADAS DE FRUTAS	17
AVALIAÇÃO DO IMPACTO DOS ITENS DE DISPÊNDIOS NA COMPOSIÇÃO DE CUSTOS DOS PRODUTOS DA INDÚSTRIA DE POLPA CONGELADA DE FRUTAS.....	46
VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA INDÚSTRIA DE POLPA DE FRUTAS OPERANDO COM LINHAS DE PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS	75
CONCLUSÕES.....	107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110

RESUMO

DA SILVA, Lucas Martins. DSc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Maio de 2024; ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE POLPAS DE FRUTAS OPERANDO COM LINHA DE APROVEITAMENTO DE CASCAS E SEMENTES DE MARACUJÁ; Orientador: Prof. DSc. Eder Dutra de Resende.

A produção de polpas congeladas de frutas é um negócio em crescimento no Brasil, impulsionado tanto pela demanda interna quanto pela exportação. Para isto, a análise de viabilidade econômica das agroindústrias deve considerar diversos fatores, incluindo custos de investimento na montagem e operação da indústria, capacidade operacional, aquisição de matéria-prima, além de outros itens de dispêndios para a operação da indústria, considerando ainda a obtenção de coprodutos obtidos dos resíduos de polpa e de cascas dos frutos. Nesta pesquisa, foram realizados três estudos de avaliação da viabilidade econômica da indústria de polpa congelada de frutas. Inicialmente, foram avaliados os itens de dispêndios e receitas da indústria na condição de Capacidade Operacional (CO) verificada no ano de 2022, verificando os índices econômicos de Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Taxa Interna de Retorno Modificada (TIR_m) e *Payback* em cenários de alteração da CO da indústria dentro de um horizonte de projeto de 10 anos. No segundo estudo, foi investigado o impacto dos custos de produção em uma fábrica de polpa congelada de frutas que oferece 19 tipos de polpas, empregando o método de custeio ABC (*Activity-based Costing*), identificando e quantificando os custos diretos e indiretos. No terceiro estudo, foram avaliados os índices de viabilidade econômica (utilizando os mesmos índices) da indústria de polpas congeladas de frutas operando acoplada a uma indústria de processamento de resíduos de polpa e de cascas de maracujás, considerando 14 cenários de processamento na indústria em uma condição de máxima capacidade operacional, visando a produção de polpas de frutas, farinha de albedo da casca, pectina, sementes secas, óleo de semente e torta desengordurada. Verificou-se que pequenas mudanças na capacidade operacional tiveram um impacto significativo nos indicadores econômicos. Por exemplo, o retorno do investimento (*Payback*) foi de 79 meses com a capacidade operacional atual (33% CO), mas reduziu para 8,1 meses com 99% CO. No

estudo do método de custeio ABC para avaliar os custos de produção em uma fábrica de polpa congelada de frutas, os custos diretos, principalmente relacionados à matéria-prima, representam cerca de 51% dos custos totais de produção. A sazonalidade também foi considerada, demonstrando que, apesar de alguns produtos apresentarem margens líquidas negativas em determinadas épocas, a estratégia global da empresa mantém sua competitividade no mercado. Além disso, foi examinada a viabilidade econômica do aproveitamento de resíduos de maracujá em diversos cenários de processamento. Todos os cenários mostraram resultados positivos, indicando viabilidade econômica para o empreendimento. O cenário que produziu polpa de maracujá, polpa de outras frutas e pectina apresentou os melhores resultados para os indicadores avaliados de forma conjunta. Esses resultados destacam não apenas a importância do aproveitamento de resíduos na redução do impacto ambiental, mas também sua contribuição para a sustentabilidade econômica da indústria de polpas de frutas. Esses estudos evidenciam a complexidade e os desafios enfrentados pela indústria de polpas de frutas, mas também destacam oportunidades para melhorar a eficiência econômica e ambiental dessas operações.

Palavras-chave: polpa de fruta, viabilidade, indústria de alimentos, indicadores econômicos.

ABSTRACT

DA SILVA, Lucas Martins. DSc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Maio de 2024; ECONOMIC FEASIBILITY STUDY OF A FRUIT PULP PROCESSING INDUSTRY OPERATING WITH A LINE FOR USING PASSION FRUIT PEELS AND SEEDS. Adviser. Prof. DSc. Eder Dutra de Resende.

The production of frozen fruit pulp is a growing business in Brazil, driven by both domestic demand and exports. To this end, the economic viability of agro-industries must consider several factors, including investment costs in the assembly and operation of the industry, operational capacity, acquisition of raw materials, in addition to other expenditure items for the operation of the industry, also considering the obtaining of co-products using fruit pulp and peel residues. In this research, three studies were carried out to evaluate the economic viability of the frozen fruit pulp industry. Initially, the industry's expenditure and revenue items were evaluated in the condition of Operational Capacity (OC) verified in the year 2022, evaluating the economic indices of Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Modified Internal Rate of Return (MIRR) and Payback in scenarios of change in industry OC within a 10-year project horizon. In the second study, the impact of production costs was investigated in a frozen fruit pulp factory that sells 19 types of pulp, using the ABC (Activity-based Costing) costing method, identifying and quantifying direct and indirect costs. In the third study, the economic viability indexes of the frozen fruit pulp industry operating coupled with a passion fruit pulp and peel waste processing industry were evaluated, considering 14 processing scenarios in the industry in a condition of maximum operational capacity, aiming to the production of fruit pulps, peel albedo flour, pectin, dried seeds, seed oil and defatted cake. It was found that small changes in operational capacity had a significant impact on economic indicators. For example, the return on investment (Payback) was 79 months with current operational capacity (33% CO), but reduced to 8.1 months with 99% CO. In the study of the ABC costing method to evaluate production costs in a frozen fruit pulp factory, direct costs, mainly related to raw materials, represent around 51% of total production costs. Seasonality was also considered, demonstrating that, despite some products

presenting negative net margins at certain times, the company's global strategy maintains its competitiveness in the market. Furthermore, the economic viability of using passion fruit waste in different processing scenarios was examined. All scenarios showed positive results, indicating economic viability for the project. The scenario that produced passion fruit pulp, pulp from other fruits and pectin presented the best results for the indicators evaluated together. These results highlight not only the importance of using waste in reducing environmental impact, but also its contribution to the economic sustainability of the fruit pulp industry. These studies highlight the complexity and challenges faced by the fruit pulp industry, but also highlight opportunities to improve the economic and environmental efficiency of these operations.

Keywords: fruit pulp, options, food industry, economic indicators.

INTRODUÇÃO

As plantas do gênero *Passiflora* dão origem ao maracujá que possui cerca de 530 espécies diferentes, porém a mais explorada comercialmente é a *Passiflora edulis*, que é o maracujá azedo (EMBRAPA, 2020b). Fruta amplamente produzida nas zonas tropicais e subtropicais da América, está relacionada ao desempenho econômico desse setor no Brasil, principalmente considerando o consumo interno, subdividido em dois segmentos do mercado: agroindústrias (polpas congeladas, concentradas, néctares, sorvetes, etc.) e frutas *in natura*. A exportação da fruta tem se mostrado importante, apesar de não ser considerada atualmente como um seguimento de alto rendimento. Entretanto, os principais compradores da fruta produzida no país em 2019 foram Portugal e Espanha (OLIVEIRA, REGIS e REZENDE, 2011; EMBRAPA, 2020b).

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) todas as regiões brasileiras são produtoras de maracujá, com destaque para a região Nordeste, seguida da Sudeste. Em média, o Brasil produziu em 2018 mais de 600 mil toneladas da fruta, com a produção concentrada, principalmente no estado da Bahia (160 mil toneladas), seguido por Ceará (147 mil toneladas). A região Sudeste, em 2018, produziu aproximadamente 97 mil toneladas da fruta (IBGE, 2020).

Com a elevada produção e industrialização de frutas no Brasil, a geração de resíduos tem reflexos de cunho ambiental, mas também tecnológico e econômico. O desperdício de alimentos está relacionado as perdas pós-colheita de frutas e hortaliças e ao descarte de materiais residuais após o processamento da matéria-prima na indústria. Por exemplo, durante o processamento de polpa de maracujá, cascas e sementes não são vistas como o produto principal e são descartadas da linha de processamento. No entanto, existe um potencial tecnológico e nutricional nestas partes e que podem ser amplamente aproveitados (DIAS *et al*, 2011; GIRELLI, ASTOLFI e SCUTO, 2020).

A indústria de polpas de frutas representa bem a necessidade do aproveitamento de resíduos devido ao elevado volume de descarte desses

materiais. Segundo Coelho *et al.* (2017), cerca de 54 mil toneladas de resíduos, como sementes e cascas, são geradas por ano a partir da industrialização do maracujá no Brasil. Contudo, outros trabalhos afirmam que esse desperdício é ainda maior. Para Coelho (2008) e Oliveira e Resende (2012) o estudo de alternativas para o aproveitamento de resíduos de maracujá é de extrema importância considerando o grande volume descartado, que chega a atingir 67% da matéria-prima utilizada no processamento de suco.

Segundo Pimentel *et al.* (2009), os maracujás destinados à indústria de polpa de fruta representam 40% da produção brasileira da fruta, desta forma para cada 1000 toneladas de maracujá produzidos existem 400 toneladas que seriam destinadas para a produção de suco e, considerando 67% de resíduos durante o processamento, daria em torno de 268 toneladas que seriam descartados. Sabe-se, entretanto, que esses resíduos possuem propriedades tecnológicas de grande interesse para a indústria. O albedo, por ser rico em pectina, possui características espessantes e pode ser aplicado em diversos produtos, como os dos setores da indústria de doces (CÓRDOVA *et al.*, 2005). Já as sementes são interessantes para a extração de um óleo rico em ácidos graxos insaturados e que pode ser aplicado nas indústrias de cosméticos e de alimentos (REGIS, RESENDE e ANTONIASSI, 2015).

Durante a industrialização do maracujá existem dois produtos básicos que podem ser obtidos: a polpa congelada e o suco pasteurizado. O mercado de polpa de fruta congelada é bastante diversificado e importante para a economia do Brasil. Mesmo em tempos de crise, devido à preocupação do consumidor em obter alimentos mais saudáveis, este setor permanece em expansão e as polpas podem ser comercializadas diretamente ou incorporadas em outros produtos, como laticínios, sorvetes, etc. (SEBRAE, 2020).

A polpa obtida do processamento do maracujá também pode passar por um processo de tratamento térmico (pasteurização) para garantir a estabilidade de conservação, e, posteriormente, servir para a obtenção de suco engarrafado, por exemplo (DELLA MODESTA *et al.*, 2005).

De acordo com a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS), as empresas de polpa de fruta brasileiras tiveram um crescimento expressivo em 2019, visando principalmente o mercado internacional, sem deixar de abastecer o mercado

interno. Para driblar a crise, muitas empresas buscam se reinventar pelo lançamento de novos sabores de polpas, na linha de produtos saudáveis, para agradar ao público que deixou de consumir bebidas como refrigerantes (ABRAFRUTAS, 2020). De acordo com Regis, Resende e Antonassi (2015), as indústrias de processamento de maracujá de pequeno e médio porte no Brasil processam diariamente de 10 a 100 toneladas da fruta.

O aproveitamento de resíduos nessas indústrias se relaciona, principalmente, à capacidade de beneficiamento da casca e das sementes do maracujá. A farinha de maracujá é obtida a partir da casca bruta da fruta, contendo flavedo e albedo (OLIVEIRA e RESENDE, 2012) e é um importante ingrediente, principalmente, relacionado à indústria de produtos naturais, considerando que muitos estudos a associam com a redução de riscos de doenças crônicas (LIU *et al.*, 2000; JUNQUEIRA-GUERTZENSTEIN e SRUR, 2002; JANEIRO *et al.*, 2008; GALISTEO *et al.*, 2008). O aproveitamento das sementes também possui um potencial econômico e tecnológico expressivo em se tratando, principalmente, da utilização da extração do óleo (REGIS, RESENDE e ANTONIASSI, 2015). Este óleo é fonte de ácidos graxos insaturados, principalmente, o ácido linoleico (ômega 6) e possui outros compostos como ácidos graxos saturados, minerais e vitaminas, todos com aplicações úteis na indústria de cosméticos, farmacêutica e de alimentos (DOS SANTOS *et al.*, 2019).

Com a crescente necessidade de aproveitamento de resíduos nas indústrias de processamento de maracujá, aliado à potencialidade tecnológica desses materiais, uma robusta análise de viabilidade econômica se mostra necessária a fim de verificar a possibilidade de sucesso no empreendimento de processamento desses resíduos. De acordo com Buarque (1991) uma análise de viabilidade econômica de um projeto tem o principal objetivo de simular oscilações de preços, tanto da matéria-prima, quanto do produto industrializado.

Porém, para garantir a viabilidade econômica dessas agroindústrias é crucial uma análise detalhada dos diversos fatores que influenciam os custos e a rentabilidade do negócio. O conjunto de estudos propostos neste trabalho visa fornecer uma compreensão abrangente das dinâmicas econômicas dessa indústria, abordando desde a análise inicial da viabilidade econômica até o

impacto dos custos de produção e a exploração do potencial de coprodutos derivados de resíduos. Os assuntos são abordados em três artigos, buscando não apenas mapear os desafios econômicos enfrentados por essas indústrias, mas também identificando oportunidades para otimizar a eficiência e a sustentabilidade, contribuindo para a competitividade e a inovação no setor de polpas congeladas de frutas.

As estimativas de investimento e custos são, dentro do planejamento financeiro, uma das partes mais complexas da elaboração do projeto, seja de uma empresa em sua totalidade ou de um seguimento dentro dela. Estas estimativas reúnem a mão de obra, matéria-prima, comercialização, custos fixos com equipamentos, *marketing*, etc. (ROSA, 2009).

Alguns projetos de estudo de viabilidade são desenvolvidos com o intuito de avaliar a efetividade da produção no campo com base na remuneração da venda das matérias-primas a fim de aumentar o retorno econômico para o produtor e incentivar a cadeia produtiva (SAMPAIO, MATTOS e FILHO, 1997; MARTINS *et al*, 2010). A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa (2003), contextualiza que há uma certa dificuldade em obter dados econômicos a respeito da produção e industrialização de maracujá no Brasil devido à instabilidade da oferta e à falta de planejamento da produção. Contudo, uma avaliação financeira é importante para verificar o conjunto de resultados de receitas e despesas e projetando um ótimo retorno de investimentos em médio e longo prazo.

Existem alguns trabalhos que abordam estudos de viabilidade econômica na indústria de alimentos. DIAS *et al* (2013) avaliaram a implementação de um sistema de coleta e secagem da polpa de batata residual, estudando o custo de produção da polpa de batata, de *snacks* com substituição da farinha de trigo, o aumento da margem de lucro e calculando o *payback* descontado do investimento a ser empregado. Estas análises utilizadas foram simples, mas que apresentavam resultados claros e diretos. Além do projeto colaborar com a imagem de sustentabilidade da empresa, os autores concluíram que o investimento aplicado será recuperado em menos de dois anos, o que é economicamente interessante.

Um trabalho mais robusto como o de Júnior *et al* (2021) possibilitou uma análise técnico-econômica crítica do processamento de café. Neste

estudo a metodologia empregada visou avaliar os custos de investimento e desempenho econômico da inclusão de um modelo de biorreator de tanque agitado e culturas *starters* em uma planta de processamento. Além disso, os autores estudaram três configurações de processamento diferentes para uma mesma finalidade, a produção de cafés fermentados, avaliando o capital de investimento e os custos de produção. Os resultados mostraram que a implementação destes sistemas é cerca de US\$ 1 milhão mais caro que uma planta convencional, entretanto este investimento poderá ser recuperado considerando que os cafés especiais podem ser comercializados a um preço de US\$ 20/kg, enquanto os grãos de cafés comuns são vendidos por US\$ 2,5/kg.

A produção de polpas congeladas de frutas no Brasil tem se mostrado uma indústria promissora, tanto pelo crescimento da demanda interna quanto pelo potencial de exportação. No entanto, para garantir a viabilidade econômica dessas agroindústrias, é crucial uma análise detalhada dos diversos fatores que influenciam os custos e a rentabilidade do negócio. O conjunto de estudos propostos neste trabalho visa fornecer uma compreensão abrangente das dinâmicas econômicas dessa indústria, abordando desde a análise inicial da viabilidade econômica até o impacto dos custos de produção e a exploração do potencial de coprodutos derivados de resíduos. Busca-se, com os capítulos apresentados nesta Tese, não apenas mapear os desafios econômicos enfrentados por essas indústrias, mas também identificar oportunidades para otimizar a eficiência e a sustentabilidade, contribuindo para a competitividade e a inovação no setor de polpas congeladas de frutas.

Esta Tese propõe um estudo de viabilidade econômica de uma indústria que processa maracujá e outras frutas para a produção de polpas que tem uma capacidade operacional de 500 t por mês e que, atualmente, opera com 33% da sua capacidade. O primeiro estudo aborda uma análise econômica aplicada para uma planta de processamento de polpa congelada, variando de 33% a 99% de Capacidade Operacional (CO), que representa uma grande parte dos empreendimentos deste segmento de agroindústrias existentes no Brasil. O estudo contempla os indicadores Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRm), *Payback* descontado e Análise de Sensibilidade. No segundo estudo é

realizada a metodologia de custeio por atividade (ABC) a fim de entender como os custos diretos e indiretos influenciam no balanço financeiro da empresa. O terceiro trabalho agrega uma análise econômica de uma planta de processamento de resíduos que opera junto com a linha de processamento de polpas, operando com CO máxima, possibilitando a determinação da viabilidade econômica em cenários estimados. A variação da capacidade operacional da indústria, empregada nesta Tese, é baseada em correlações empíricas dos itens de dispêndios em relação à quantidade de matéria-prima processada.

As tecnologias de processamento de resíduos de maracujá empregadas nesta Tese foram desenvolvidas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UENF, em parceria com a Embrapa Agroindústria de Alimentos, viabilizando a construção e montagem dos equipamentos adequados para o processamento dos resíduos em escala industrial.

REVISÃO DE LITERATURA

Maracujá

O maracujá, fruto oriundo das plantas do gênero *Passiflora*, da família *Passifloraceae*, é amplamente produzido nas zonas tropicais e subtropicais da América. O Brasil por sua vez domina o mercado sendo uma cultura de grande importância para a economia brasileira (OLIVEIRA *et al.*, 2011; EMBRAPA, 2020a). *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, maracujá conhecido por azedo ou amarelo, é o mais produzido e comercializado no Brasil considerando a indústria de alimentos (ZERAUK *et al.*, 2010).

Mais da metade da produção mundial de maracujá é destinada para a fabricação de suco concentrado, indústria com enorme potencial de inovação nos últimos anos, principalmente devido à oportunidade de aproveitamento de resíduos das frutas. No caso do maracujá, por exemplo, 52% de sua composição mássica é proveniente da casca, parte rica em fibras solúveis e minerais (DIAS *et al.*, 2011; COELHO *et al.*, 2017).

De acordo com a Instrução Normativa nº 37, de 1 de outubro de 2018, o suco de maracujá é o produto definido no Art. 18 do Decreto nº 6.871, de 2009, obtido da parte comestível do maracujá (*Passiflora* spp.), por meio de processos tecnológicos adequados. Sua composição deve conter o mínimo de 11° Brix, 2,7 de pH, 2,5% de acidez total expressa em ácido cítrico e o máximo de 18% de açúcares totais (BRASIL, 2018).

Indústria de polpas de frutas

O processamento de frutas visa, principalmente, oferecer ao consumidor uma alternativa de produto menos perecível que, no entanto, possui características sensoriais semelhantes ao alimento *in natura* e, ainda

assim, sendo importante fonte de energia, vitaminas e minerais. Basicamente a produção de polpas de frutas, sejam elas congeladas ou pasteurizadas, visa estender a vida útil e preservar a qualidade através da inibição de possíveis processos deteriorantes (MATTA *et al.* 2005).

No processo de desenvolvimento de uma indústria de polpa de fruta muitas variáveis são levadas em consideração para garantir o sucesso do empreendimento, a começar pelo mercado fornecedor de insumos e matérias-primas. Fatores como distância física, referências, custo do frete, qualidade, capacidade de fornecimento, preço, prazos, forma de pagamento e entrega devem ser analisados para a melhor escolha (SEBRAE, 2020).

De acordo com Bragante (2009) polpas de frutas industrializadas devem ser preparadas com frutas sãs, limpas e isentas de perigos biológicos e físicos, como detritos vegetais, animais e parasitas. Além disso, não deve conter fragmentos das partes não comestíveis da planta, como folhas. É conveniente, portanto, que o produto seja aceito pelo consumidor, ou seja, que apresente características sensoriais e nutricionais correspondentes à fruta *in natura*, além de segurança microbiológica. Facilidade de estocagem e de preparo também são fatores observados e que influenciam a intenção de compra (REIS e MINIM, 2010).

Para a produção de polpa de fruta congelada, as etapas devem obedecer a uma sequência simples a fim de obter o produto de melhor qualidade. Inicia-se com a recepção da matéria-prima, seleção, pesagem, lavagem, descascamento e corte; posteriormente haverá o despulpamento, o envase, a selagem da embalagem, o congelamento e armazenamento em câmaras de congelamento (MATTA *et al.*, 2005; BRAGANTE, 2009).

Resíduos agroindústrias

Com o passar dos anos a busca por alimentos tende a crescer, em comunhão com o crescimento populacional. Desta forma, a produção de alimentos cresce assim como o desenvolvimento da indústria aliada à

pesquisa. Sabe-se, no entanto, que o aumento da demanda de alimentos reflete na produção de resíduos que, de acordo com muitos estudos, são altamente tecnológicos, nutricionais e funcionais, podendo ser utilizados a fim de fortalecer nutricionalmente o produto, diminuir custos da indústria ou até mesmo reduzir impactos ambientais (FREITAS *et al.*, 2006; HARAGUCHI, ABREU e PAULA, 2008; SOUSA *et al.*, 2011; GIRELLI, ASTOLFI e SCUTO, 2020).

Um dos maiores produtores de frutas do mundo, o Brasil destaca-se por sua diversificação e agricultura familiar (EMBRAPA, 2020a). Com o constante crescimento deste setor, a produção de resíduos é ampla e composta por restos de polpa, cascas, caroços e sementes (BABBAR *et al.*, 2011). Esses materiais são largamente utilizados na indústria farmacêutica (MIRABELLA, CASTELLANI e SALA, 2014), mas também no desenvolvimento de novos produtos na indústria de alimentos, principalmente, devido a compostos como fibras, vitaminas, minerais entre outros (SOUSA *et al.*, 2011).

Com destaque para a produção de suco concentrado, a indústria de processamento de maracujá conta com um percentual alto de resíduos que muitas vezes não é explorado apesar de, comprovadamente, serem ricos em compostos nutricionais e tecnológicos (DIAS *et al.*, 2011). Muitos estudos relacionam essa importância dos resíduos agroindustriais no desenvolvimento de coprodutos (OLIVEIRA *et al.*, 2002; NASCIMENTO, CALADO e CARVALHO, 2012; COELHO *et al.*, 2017).

A casca do maracujá se subdivide em flavedo, que corresponde à camada externa rica em fibras insolúveis e o albedo que é a camada interna rica em fibras solúveis (pectina) (JANEBRO *et al.*, 2008). A casca possui compostos como vitamina B3, ferro, cálcio e fósforo, mas o conteúdo de pectina se destaca tecnologicamente. Largamente utilizada na indústria de alimentos, a pectina é uma fibra do tipo solúvel, associada, principalmente, ao poder espessante, mas que também está associada ao desenvolvimento de produtos funcionais (CÓRDOVA *et al.*, 2005).

Outro resíduo rico em pectina são os arilos. Estes caracterizam-se por uma capa de constituição gelatinosa, que envolve completamente as sementes (OSIPI, LIMA e COSSA, 2011). Considerando a importância destes resíduos, Matias *et al.*, (2018) comentam que há necessidade de um processo de

separação e purificação dos componentes residuais do maracujá para facilitar a secagem e o aproveitamento em coprodutos.

Segundo Santana *et al* (2011) e Matias *et al* (2018) a utilização de resíduos da indústria de processamento de maracujá se mostra vantajosa tanto para a empresa quanto para o consumidor. Resíduos como casca e sementes são naturalmente ricos em fibras, vitaminas, minerais e óleos, permitem diminuir impactos ambientais e, além disso, podem ser base para o desenvolvimento de novos produtos com alto valor nutritivo.

Após a obtenção do suco do maracujá, os compostos químicos presentes nos resíduos tendem a sofrer rápida deterioração e, consequente, perda de qualidade, principalmente, devido à fermentação que ocorre na presença de umidade e açúcares solúveis. Desta forma, o processamento dos resíduos, após a obtenção do suco deve ser rápido e adequado (REGIS, RESENDE e ANTONIASSI, 2015).

A substituição de ingredientes em produtos alimentícios por resíduos, ou até mesmo a venda desses resíduos como coprodutos estimulam a agricultura, a indústria e a economia. Essa alternativa de processamento tem mostrado viabilidade tecnológica e econômica, considerando uma população que consome cada vez mais alimentos industrializados, mas com a preocupação de serem ricos em fibras, vitaminas e minerais (SANTANA, *et al.* 2011).

De acordo com Medeiros *et al* (2009), o consumo de coprodutos de maracujá, como a farinha da casca, vem crescendo com o passar dos anos, principalmente, associado aos benefícios nutricionais. Para eles existem efeitos benéficos sobre a diabetes, por exemplo, com redução dos níveis glicêmicos. Desta forma, mesmo a industrialização do maracujá sendo geralmente destinada à produção de suco e néctar (Coelho *et al.*, 2017), milhares de toneladas de resíduos poderiam ser aproveitados por ano no Brasil (Medeiros *et al.*, 2009).

Viabilidade Econômica

A análise de viabilidade pode ser aplicada tanto para a abertura de um novo empreendimento, quanto na fase de ampliação, por exemplo, na instalação de uma nova linha de processamento. O primeiro passo, segundo SEBRAE (2021), é a projeção dos custos e investimentos, além da lucratividade. Os custos se subdividem em fixos (CF) (previsíveis e recorrentes) e variáveis (CV) (variam conforme a produção), já a projeção de receitas verifica a taxa de crescimento com o passar do tempo.

Segundo Frezatti (2008) uma adequada análise de viabilidade de uma empresa deve demonstrar pontos que possivelmente afetarão o projeto, mas que, no entanto, não o inviabilizam completamente e desta forma será possível concentrar esforços para sanar os problemas pontuais. De acordo com SEBRAE (2021), a análise de viabilidade econômica verifica as chances de sucesso financeiro e econômico da empresa, oferecendo maior segurança e poder de decisão. Em um estudo robusto, portanto, consideram-se diversos elementos, dentre eles a Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL) e a Análise de Sensibilidade (AS).

De acordo com Baron e Shane (2011), o sucesso de um empreendedor depende de inúmeros fatores que devem ser gerenciados, tais como a instabilidade econômica, capacidade de adaptação a contratempos e falhas, e estar preparado para assumir riscos. Neste sentido, a elaboração de um plano de trabalho bem estruturado e fundamentado é crucial para o sucesso, obedecendo alguns tópicos como análise de mercado, tecnologia a ser utilizada, aspectos financeiros e aspectos organizacionais. (GOMES, 2013).

Custos e receitas

Em uma análise de viabilidade, um dos pontos cruciais para o sucesso é conseguir descrever, detalhar e quantificar os custos a serem incorridos no

projeto e as receitas a serem proporcionadas. São exemplos de custos em projetos a mão de obra direta e indireta, consumo de matérias-primas, consumo de insumo de produção, despesas de manutenção, etc. Já as receitas são obtidas com a venda/produção dos produtos, identificando as quantidades e preços de venda (GOMES, 2013).

Na produção, o Custo Total (CT) estará relacionado aos custos de insumos que serão utilizados. CF e CV são formas de classificá-los em função do volume de produção ou da utilização da capacidade produtiva. Os CFs correspondem, sobretudo, à equipamentos e instalações, cujo uso será feito por vários anos. Além disso, determinado custo pode ser fixo porque resultou de uma decisão irreversível no momento presente do projeto, como por exemplo a implementação de um processo com excesso de capacidade. Custos que variam de acordo com o volume de produção são considerados CVs do projeto e incluem gastos com matéria-prima, água, energia e outros (WOILER e MATHIAS, 2015).

Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM)

O VPL é um indicador que mostra o Fluxo de Caixa Livre (FCL) acumulado e quanto ele vale no presente. O objetivo desta medida em um projeto é verificar se o negócio gerou mais retorno do que gasto, ou seja, saber se o investimento compensou. A aplicação deste indicador sozinho, no entanto, pode ser um grande desafio considerando mudanças inesperadas (como baixa produtividade da matéria-prima) que podem ocorrer ao longo do tempo, comprometendo assim o FCL (PEYMANKAR, DAVARI e RANJBAR, 2021).

Utilizada há anos por economistas, a Taxa Interna de Retorno (TIR) é empregada em projetos a fim de estimar a lucratividade do empreendimento utilizando uma metodologia que pondera os fluxos de caixa no “tempo

presente” para representar, de forma racional, os fluxos de caixa “futuros” (MELLICHAMP, 2017).

VPL, TIR e TIR_m são indicadores, que juntos, tornam-se medidas essenciais em um estudo de viabilidade econômica. O VPL é descrito com unidades em reais (ou dólares), enquanto o TIR possui unidades de % ou %/tempo. Essas medidas podem ser utilizadas para distinguir entre projetos que parecem iguais em termos de lucratividade, mas são de formatos diferentes. Além disso, se o empresário preferir uma lucratividade maior ou uma escala menor de investimento, pode-se considerar essas características para esses parâmetros (MELLICHAMP, 2017).

A TIR é um indicador muito popular entre os executivos, sendo importante por poder conhecer a diferença entre ela, o investimento proposto e a TMA. Entretanto, quando o fluxo de caixa oscila muito, como o exemplo de indústrias com fluxo de caixa avaliados mensalmente, ela pode apresentar erros de aplicabilidade. Uma solução proposta por pesquisadores foi adotar simultaneamente os procedimentos de levar para a data final do projeto os recebimentos intermediários (fluxos de caixa positivos) a uma taxa de mercado para reinvestimento de capital, e de trazer para a data inicial os desembolsos intermediários (fluxos de caixa negativos) a uma taxa de mercado para financiamento. Esses procedimentos, combinados, transformariam qualquer fluxo de caixa num fluxo de apenas dois pontos, obtendo um indicador denominado Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM) (BARBIERI, *et al.* 2007).

A escolha entre o uso da TIR e da TIRM no fluxo de caixa de um projeto depende de como a empresa deseja lidar com as hipóteses de reinvestimento dos fluxos intermediários de caixa (valores monetários que uma empresa gera ao longo do tempo, entre o investimento inicial e o final do projeto). A TIR assume que todos os fluxos de caixa intermediários (os retornos ao longo do tempo) podem ser reinvestidos a mesma taxa da TIR, o que nem sempre é realista. Se a TIR de um projeto for alta, pode não ser viável reinvestir os fluxos de caixa a essa mesma taxa de retorno, especialmente, em mercados com menores taxas de juros ou oportunidades de reinvestimento (BREALEY, *et al.* 2018).

Com isso, a TIR_m foi desenvolvida para ajustar os erros da TIR, porém muitos trabalhos trazem o resultado dos dois indicadores juntos. A TIR_m considera uma taxa de reinvestimento realista para os fluxos de caixa intermediários, que, geralmente, corresponde ao custo de capital ou a uma taxa de mercado mais conservadora (TMA, por exemplo). Ao invés de assumir que os fluxos de caixa são reinvestidos a mesma taxa da TIR, a TIR_m é uma taxa mais plausível para calcular os retornos desses reinvestimentos, tornando a análise mais próxima da realidade financeira (BREALEY, et al. 2018). Para projetos com fluxos de caixa ao longo de muitos anos, a TIR pode sobrestimar o retorno se a taxa de reinvestimento dos fluxos for menor do que a TIR calculada. A TIR_m corrige essa distorção. Como a TIR_m tende a ser mais conservadora, ela permite uma análise mais prudente, minimizando o risco de superestimar a viabilidade financeira do projeto (BREALEY, et al. 2018).

Análise de Sensibilidade (AS)

Um modelo de projeto mais simples pode não levar em consideração uma realidade bastante comum na prática, ou seja, parte-se do princípio de que tudo aquilo que foi descrito e estimado irá ocorrer. Entretanto, sabe-se que no decorrer do desenvolvimento efetivo da proposta na indústria, os preços dos produtos e dos insumos e os volumes de vendas podem ser alterados, principalmente, devido a oscilações da economia, legislações e concorrência, influenciando em custos e receitas e, de uma certa forma, alterando os resultados do projeto inicial. Estes aspectos de incerteza mostram-se como riscos para a vida financeira da empresa e uma AS pode ser empregada para a identificação de maior ou menor peso das variáveis nos resultados do modelo elaborado (GOMES, 2013).

Desta forma, alterando-se a proporção de matéria-prima ou no preço de venda, por exemplo, todos os indicadores econômicos do projeto tendem a se alterar. De acordo com Gomes (2013), se houver uma queda de 10% na taxa do preço de venda do produto e isso levar à uma redução de 20% na TIR,

a variável preço de venda será considerada um parâmetro muito sensível e digno de maior atenção na avaliação do projeto.

Com o objetivo de identificar as causas por trás de resultados altamente instáveis e também de avaliar possíveis riscos probabilísticos, muitos trabalhos utilizam a Análise de Sensibilidade. É o caso de Ulubeyli e Arslan (2017) que uniram AS com análise de cenário a fim de revelar uma perspectiva completa para clientes potenciais. Blom *et al* (2019) utilizaram a AS para fins clínicos nutricionais com o objetivo de estabelecer o consumo alimentar ideal de uma pessoa para uma avaliação de risco de alergia alimentar.

Metodologia de custeio ABC (custo por atividade)

Dentre os métodos disponíveis na literatura e usados pelas empresas na análise de custos de produção, destaca-se o método ABC (Activity-based Costing), que apresenta uma abordagem de identificação dos custos por atividade, ou seja, o sistema divide toda a linha de processamento da empresa em atividades e considera que elas consomem recursos que estão causando custos. O produto, por sua vez, é uma consequência das atividades (BORNIA, 2002; QUESADO e SILVA, 2021).

Esse sistema de custeio permite uma visão estratégica da empresa, identificando as suas potencialidades, principalmente, quando há maior detalhamento dos itens do fluxo de caixa e quando os dados absorvidos pelo método são de fato sensíveis e representam uma parcela significativa de dados da empresa. Desta forma, é possível identificar os pontos fracos e as necessidades de melhorias, atividades mais onerosas e por fim, como a soma dos custos diretos e indiretos por atividade está refletindo a dinâmica organizacional dessa empresa (QUESADO e SILVA, 2021; KALDIRIM e KALDIRIM, 2020; HAROUN, 2015).

Os custos diretos podem ser atribuídos a um objeto utilizado na fabricação do produto, como no caso do custo com matéria-prima. Já os custos indiretos são utilizados para dar valor ao produto final, mas são absorvidos nas

atividades e não se relacionam diretamente com o produto, como no caso de mão-de-obra de setores fora da linha de processamento da indústria, custo com energia e custo com manutenção de equipamentos (BLOCHER et al. 2007).

Existem poucos trabalhos na literatura sobre a aplicação do método de custeio ABC para análises das indústrias de alimentos. No agronegócio, segundo Kabinlapat e Sutthachai (2016) os trabalhos que ilustram detalhadamente as aplicações do ABC são escassas. Dwivedi e Chakraborty (2014) utilizaram este método em uma indústria de processamento de alimentos da Índia, que, assim como o Brasil, é um dos maiores produtores de alimentos do mundo. O objetivo foi demonstrar a eficiência da aplicação do método a partir de informações precisas de custos da fábrica, enfatizando que tais informações poderiam ser úteis aos tomadores de decisões de outras indústrias. Kabinlapat e Sutthachai (2017) aplicaram o método ABC na análise de custos de uma indústria de processamento de frango e concluíram que o processo é complexo e desafiador, mas, apesar disso, este tipo de custeio consegue fornecer informações mais precisas e importantes para o gerenciamento da empresa.

No estudo de De Ferreira e Leite (2022) foi aplicado o método ABC em uma indústria de produção de 4 tipos de salgados de festa. Os autores justificam que o emprego do custeio ABC se dá pela empresa possuir muitas atividades manuais que necessitam de uma acurácia fina para a obtenção dos custos. As fontes de dados foram documentos oficiais e questionários com informações levantadas junto aos colaboradores. Os resultados mostraram diferenças com relação aos custos que eram calculados pelo setor administrativo da empresa. Isso já era esperado, pois a empresa desconsiderava no cálculo do custo de fabricação e precificação aqueles custos com mão-de-obra direta e outros custos indiretos de fabricação, o que foi responsável por quase duplicar o valor do custo de fabricação, demonstrando a importância da aplicação de um método estruturado capaz de mensurar com exatidão os custos associados às atividades de produção.

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA INDÚSTRIA DE POLPAS CONGELADAS DE FRUTAS

Lucas Martins da Silva

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), E-mail: lucasmartinsdasilvalms@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0862-7863

Alcimar das Chagas Ribeiro

Graduado em Ciências Econômicas (Faculdades Integradas Bennett) e Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Professor do Curso de Engenharia de Produção da UENF, E-mail: alcimar@uenf.br, ORCID: 0000-00027954-7118

Eder Dutra de Resende

Graduado em Engenharia de Alimentos pela UFV e Doutor em Engenharia Química pela UNICAMP. Professor do Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), E-mail: eresende@uenf.br, ORCID: 0000-0001-5329-2295

Reproduzido com permissão:

Da Silva, L. M.; Ribeiro, A. C; De Resende, E. D. (2024). ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA INDÚSTRIA DE POLPAS CONGELADAS DE FRUTAS. Artigo submetido para publicação.

RESUMO

As indústrias utilizam amplamente a produção de polpa congelada. Este trabalho teve como objetivo estudar a viabilidade econômica de uma agroindústria de médio porte, situada no estado do Espírito Santo, que produz polpas de frutas congeladas. Foram avaliados os efeitos de diferentes dados de processamento sobre o comportamento financeiro da indústria sob diferentes cenários de fluxo de caixa. O estudo abrangeu uma análise econômica do fluxo de caixa efetivo da indústria nas atuais condições operacionais, mas também foi realizada uma Análise de Sensibilidade, considerando um aumento na Capacidade Operacional (CO) da indústria. Foram determinados os indicadores Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRm) e *Payback* descontado. Verificou-se que pequenas mudanças na CO da indústria tiveram impacto significativo nos indicadores econômicos. Na capacidade operacional atual (33% CO), o retorno do investimento (*Payback*) foi de 79 meses, porém quando a indústria utilizou 99% CO, houve redução de 89,7% no *Payback* (8,1 meses). Portanto, pequenas mudanças no CO da indústria impactam sobremaneira os seus índices de viabilidade econômica.

Palavras-chave: indústria de polpa de frutas, economia, capacidade operacional, indicadores econômicos.

ABSTRACT

Industries widely use the production of frozen pulp. This study aimed to study the economic viability of a medium-sized agro-industry that produces frozen fruit pulp. The effects of different processing data on the industry financial behavior under different cash flow scenarios were evaluated. The study covered an economic analysis of the industry effective cash flow under current operating conditions but also carried out a Sensitivity Analysis, considering an increase in the industry Operating Capacity (OC). The Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Modified Internal Rate of Return (MIRR) and Payback indicators were determined. It was found that small changes in the industry OC had a significant impact on the economic indicators. At the current operating capacity (33% OC), the return on investment (Payback) was 79 months, while when the industry used 99% OC, there was a reduction of 89.7% in Payback (8.1 months). Therefore, small changes in the industry OC greatly impact its economic viability indexes.

Keywords: fruit pulp industry, economy, operational capacity, economic indicators.

INTRODUÇÃO

O maracujá se destaca entre as polpas de frutas processadas nas agroindústrias. Em 2021, o Brasil produziu 683.993 toneladas de maracujá, com valor total de produção de R\$ 1.533.905,00 (BRASIL, 2023a). É uma fruta amplamente produzida nas zonas tropicais e subtropicais das Américas; está relacionado ao desempenho econômico desse setor no Brasil, especialmente considerando o consumo interno, que é subdividido em dois segmentos de mercado: agroindústrias (polpas congeladas, sucos concentrados, néctares, sorvetes, etc.) e frutas frescas (EMBRAPA, 2022).

Segundo Pimentel et al. (2009), o maracujá destinado à indústria de polpa representa 40% da produção brasileira. Durante a industrialização do maracujá

podem ser obtidos dois produtos básicos: polpa congelada e suco pasteurizado. A polpa congelada geralmente é vendida para consumo direto ou incorporada a outros produtos, como bebidas, laticínios, sorvetes, etc. (SEBRAE, 2022).

As indústrias brasileiras de polpa de frutas têm crescido significativamente nos últimos anos, visando principalmente o mercado internacional e abastecendo o mercado interno (ABRAFRUTAS, 2020). Segundo Regis, Resende e Antoniassi (2015), as pequenas e médias indústrias produtoras de polpa de maracujá no Brasil processam entre 10 e 100 toneladas diariamente.

Mesmo com alta capacidade de produção e comercialização de polpas de frutas congeladas, muitas indústrias enfrentam adversidades, incluindo períodos de entressafra, eventos climáticos adversos, desinteresse dos produtores locais, alto custo de aquisição de matéria-prima produzida em regiões distantes da indústria, aspectos de marketing e competição de mercado. Assim, a análise econômica robusta é uma ferramenta valiosa para auxiliar na tomada de decisões (REZENDE; OLIVEIRA, 2013).

Um dos pontos cruciais para uma análise de viabilidade econômica bem-sucedida é descrever, detalhar e quantificar as despesas e receitas do projeto, tais como o valor das infraestruturas e equipamentos, custos de mão-de-obra, consumo de matérias-primas, insumos de produção, custos de manutenção, energia, etc. As receitas são obtidas com a venda de produtos (GOMES, 2013). A análise de viabilidade econômica normalmente considera os indicadores Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL), Payback e Análise de Sensibilidade (SA) dentro do horizonte do projeto. Eles permitem distinguir a rentabilidade dos investimentos associados a diferentes despesas e receitas do projeto (MELLICHAMP, 2017). Esses indicadores foram avaliados por Mahalakshmi (2018) na análise de viabilidade econômica de uma planta de processamento de caroço de manga. Segundo Arora et al. (2018), o preço de mercado do produto pode afetar fortemente a viabilidade econômica do projeto. Ao analisar a viabilidade econômica de uma indústria de processamento de frutas com diferentes capacidades de produção (100 toneladas, 500 toneladas, 1.000 toneladas e 5.000 toneladas por ano), Araújo, Khan e Silva (2001) constataram que o aumento da quantidade de frutas processadas aumenta a viabilidade econômica da indústria.

É importante notar que poucos estudos detalham os componentes de custo do fluxo de caixa de uma indústria alimentar e a sua viabilidade econômica. Estes incluem estudos de viabilidade econômica na indústria de laticínios (AYDINER, et al. 2014; LAUER, et al. 2018; COX, BELDING e LOWDER, 2022), bebidas (SOUZA, JÚNIOR e SPIEGEL, 2016), extração de compostos (CHALERMTHAI, et al. 2022) e fermentação (CHEN, et al. 2022; DENG, et al. 2023).

No estudo de Araújo, Khan e Silva (2001), os dados de fluxo de caixa da indústria se referiam apenas a um mês do ano. Além disso, este estudo não considerou critérios tecnológicos importantes como variações de colheita e entressafra, custos de frete de matéria-prima e perdas. Desta forma, o estudo não alcança uma sensibilidade efetiva para realizar uma análise de viabilidade econômica de uma indústria de polpa de frutas, principalmente, porque não possui dados suficientes para representar um fluxo de caixa robusto dentro de um horizonte de projeto.

Este estudo teve como objetivo analisar a viabilidade econômica de uma planta de processamento de polpa de frutas congeladas de médio porte, utilizando dados fornecidos pela empresa para 2022, projetados para um horizonte de projeto de 120 meses.

METODOLOGIA

Fonte de dados

Os dados foram coletados em uma indústria de médio porte que processa frutas para produção de polpa congelada. A fábrica conta com 47 funcionários divididos em setores e capacidade de processamento mensal de 500 toneladas de matéria-prima. Este estudo considerou o processamento de maracujá amarelo (MPM) e outras frutas (OMP). O foco principal era o processamento de maracujá, mas a indústria processa 23 tipos de polpa: abacaxi, açaí, acerola, amora, cacau, cajá-manga, caju, goiaba, graviola, laranja, manga, morango, tangerina, uva, abacaxi com hortelã, detox (mistura de abacaxi, couve, gengibre), acerola com laranja, mista (mistura de manga, morango, mamão,

abacaxi, acerola, cacau, goiaba e maracujá), limão, cupuaçu, cajá-mirim e pitanga.

O cronograma de despesas e receitas do fluxo de caixa da indústria para 2022 foi coletado no escritório de contabilidade da empresa e por meio de levantamento de dados da linha de produção da indústria. A indústria processa atualmente 165,1 toneladas de frutas por mês, das quais 43,8 toneladas representam MPM e 121,3 toneladas representam OMP. Os dados foram relativos à massa de matéria-prima processada na indústria, e o faturamento total da empresa foi distribuído com 30% da venda de polpa de maracujá e 70% de outras polpas de frutas.

Este estudo inclui uma análise mais detalhada dos parâmetros tecnológicos do processamento de MPM, considerando fatores de época de colheita (dezembro a maio) e entressafra (junho a novembro), custos de frete de matéria-prima, perdas durante o processo, quantidade efetiva de processamento de polpa e eliminação de resíduos. Uma análise econômica mais geral envolvendo dados de rendimento de polpa foi realizada para OMP.

A capacidade operacional da indústria e o custo das matérias-primas

A capacidade operacional da indústria foi fixada em 500 toneladas/mês, considerando uma linha de processamento de 5 toneladas/hora que opera 5 horas/dia sendo 3 horas para higienização da fábrica, com 20 dias de atividades por mês. Porém, em 2022, a indústria processou apenas 165,1 toneladas de matéria-prima por mês, sendo 43,8 toneladas de maracujá. Notadamente, normalmente ocorrem perdas de 10% durante a seleção do maracujá na linha de processamento, chegando a 39,5 toneladas de maracujá processado, possibilitando a obtenção de 12,9 toneladas de polpa de maracujá congelada. No caso das demais polpas de frutas, o rendimento de polpa de cada fruta foi utilizado para obter a quantidade de OMP processado na indústria, uma vez que a indústria também compra uma pequena quantidade de polpa congelada de outras agroindústrias, possibilitando a produção de 109,9 toneladas/mês de polpa congelada.

No levantamento das proporções das quantidades de frutas frescas processadas em 2022, 26,5% de maracujá, 14,6% de graviola, 15,6% de

acerola, 12,1% de manga, 11,8% de abacaxi, 9% de goiaba, 3,1% de cajá-manga, 2,4% de morango, 1,0% de uva e 0,2% de amora, totalizando 159 toneladas/mês. Porém, o rendimento da extração varia dependendo da matéria-prima; por exemplo, o abacaxi tem 70% e a acerola tem 85%. A compra de polpa congelada como matéria-prima foi de 6 toneladas/mês, ou 3,6% do total de matéria-prima adquirida pela indústria. A quantidade total de matéria-prima é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Variações na capacidade operacional da planta (CO) de processamento de polpa congelada obtidas a partir da variação geral das matérias-primas (VGMP) e da quantidade de matérias-primas gerais (MPG), matérias-primas de maracujá (MPM) e outras matérias-primas (OMP).

VARIAÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA				
CO (%)	VGMP (%)	MPG (t)	MPM (t)	OMP (t)
33%	0%	165,1	43,8	121,3
36%	10%	181,6	48,8	132,9
40%	20%	198,1	53,7	144,4
43%	30%	214,6	58,7	156,0
46%	40%	231,2	63,6	167,5
50%	50%	247,7	68,6	179,1
66%	100%	330,2	93,3	236,9
83%	150%	412,8	118,1	294,7
99%	200%	495,3	142,9	352,5

Legenda: VGMP: Variação Geral de Matéria-prima; CO: Capacidade Operacional; MPG: Matéria-prima Geral; MPM: Matéria-prima Maracujá; OMP: Outras Matérias-primas.

Fonte: autores (2023).

Os estudos de variação da capacidade operacional da indústria (CO) foram realizados com aumentos na proporção de matérias-primas processadas na indústria (VGMP), a partir da sua atual condição de processamento, que representa 165,1 toneladas/mês de matérias-primas gerais (MPG). Isso equivale a 33% da capacidade operacional (CO) da planta. O aumento da CO foi realizado até o limite de 99% da CO da planta (Tabela 1). Assim, para 99% CO, há um aumento de 200% no VGMP, atingindo 495 toneladas/mês de MPG, sendo que o MPM contribui com 60% da VGMP e produz 142,9 toneladas/mês, enquanto o OMP contribui com 140% do VGMP e produz 352,5 toneladas/mês.

mês. Isso se deve ao rendimento de extração da polpa e à utilização da proporção de 30% MPM e 70% OMP no faturamento da indústria. O custo mensal das matérias-primas é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Apuração do custo mensal da matéria-prima do maracujá (MPM) na safra e entressafra e do valor das demais matérias-primas (OMP) de acordo com as variações das matérias-primas processadas.

VALOR DA MATÉRIA-PRIMA (R\$/mês)			
CO (%)	Valor de MPM (safra)*	Valor de MPM (entressafra)**	Valor de OMP***
33%	R\$ 167.644,50	R\$ 211.444,50	R\$ 226.474,11
36%	R\$ 186.603,26	R\$ 235.356,56	R\$ 248.051,22
40%	R\$ 205.562,01	R\$ 259.268,61	R\$ 269.628,34
43%	R\$ 224.520,77	R\$ 283.180,67	R\$ 291.205,45
46%	R\$ 243.479,52	R\$ 307.092,72	R\$ 312.782,56
50%	R\$ 262.438,28	R\$ 331.004,78	R\$ 334.359,68
66%	R\$ 357.232,06	R\$ 450.565,06	R\$ 442.245,25
83%	R\$ 452.025,84	R\$ 570.125,34	R\$ 550.130,83
99%	R\$ 546.819,62	R\$ 689.685,62	R\$ 658.016,40

Legenda: MPM: Matéria-prima Maracujá; OMP: Outras Matérias-primas; *Valor de MPM (safra): R\$ 3827,50/t; **Valor de MPM (entressafra): R\$ 4827,50/t; ***Valor de OMP: R\$ 226.474,11/mês; Valor médio de conversão da moeda para o ano de 2022: 1 US\$ = 5,16 R\$ (IPEADATA, 2023).

Fonte: Autores (2023).

Os dados levantados para o custo da matéria-prima mostraram que o valor médio do maracujá é de R\$ 2,50/kg na safra e de R\$ 3,50/kg na entressafra. Na indústria, 90% das matérias-primas são fornecidas por produtores locais e 10% por outras regiões. O custo do transporte foi calculado com base no combustível, despesas com motorista e manutenção do caminhão. Dessa forma, o custo da matéria-prima MPM foi de R\$ 3.827,50/ton na safra e R\$ 4.827,50/tonelada na safrinha, correspondendo a um custo total de R\$ 167.644,50/mês na safra e R\$ R\$ 211.444,50/mês na entressafra, na capacidade de processamento atual (33% CO). O custo de OMP foi de R\$ 226.474,11/mês (Tabela 2).

Infraestrutura da empresa

O valor da infraestrutura da indústria foi orçado em R\$ 2.000.000,00, que se refere ao valor do terreno e à construção da indústria. Esse valor é semelhante ao descrito por Silva e Andrade (2014) para instalação de indústria de processamento de macaúba (R\$ 2.214.147,55). A indústria está instalada em um terreno de 15 mil m², com área construída de 2.500 m², incluindo áreas de recebimento e higienização de matéria-prima, processamento, envase, congelamento, armazenamento, embalagem e expedição, além de almoxarifado e área administrativa e de funcionários, áreas de higiene, bem como salas para laboratórios de análises. A indústria capta toda a água de poço artesiano e possui sistemas próprios de tratamento de efluentes e compostagem de resíduos sólidos.

Equipamentos

A linha de equipamentos industriais foi orçada em R\$ 2.185.000,00 e inclui uma balança, duas esteiras separadoras com seus respectivos dispositivos de lavagem, dois tanques de sanitização, um conjunto de equipamentos para corte e despulpamento de frutas, sistema mecânico de transporte de resíduos, um silo de recepção de resíduos, um tanque de coleta de polpa com tubos de ligação, três tanques de agitação e mistura de polpa, cinco máquinas de envase de polpa, três túneis de congelamento, três câmaras de resfriamento, uma linha de embalagem, duas câmaras frias para expedição de produtos embalados, além de dois caminhões frigoríficos para transporte de produtos.

Outros custos fixos e outros insumos

Os demais custos fixos são gastos realizados pela indústria para o seu pleno funcionamento e normalmente não são identificados no balanço de fluxo de caixa da indústria, com valor médio de R\$ 20.000,00/mês.

Os gastos com outros insumos se referem à aquisição de aditivos químicos, destinação de resíduos, materiais de higiene e sanitização, materiais de

escritório e outros custos (não especificados pela empresa), com valor médio de R\$ 13.471,00/mês, o que representa 1,6% das despesas mensais do ano de 2022.

Manutenção da infraestrutura e equipamentos

O custo de manutenção da infraestrutura da indústria em 2022 foi de R\$ 6.455,46/mês. O custo com manutenção de equipamentos foi de R\$ 15.524,40/mês, utilizados para processar 165,1 toneladas/mês de matéria-prima, equivalente a R\$ 112,46/ton/mês. Este custo foi utilizado nos cálculos da análise de sensibilidade.

Mão de obra

A pesquisa de custos da mão de obra dividiu os funcionários por setor da indústria, conforme mostra a Tabela 3. O custo total da mão de obra em 2022 foi de R\$ 87.666,99 para o processamento de 165,1 toneladas/mês de matéria-prima. O aumento do número de funcionários devido ao aumento da capacidade operacional da indústria foi realizado no setor de recebimento e processamento de frutas, no setor de preparação e envase de produtos e no setor de armazenamento e embalagem, mantendo o mesmo número de funcionários na administração e setores de transportes, que apresentam capacidade de carga ociosa.

Tabela 3: Folha de pagamento mensal dos diferentes setores da indústria e número de funcionários de acordo com a quantidade de matéria-prima processada na indústria.

Número de colaboradores						
	Salário unitário/colaborador	165,1 ton*	247,7 ton	330,2 ton	412,8 ton	495,3 ton
SETOR DE RECEPÇÃO E PROCESSAMENTO	R\$ 1.423,41	6	8	9	10	11
SETOR DE PREPARO E ENVASE	R\$ 1.857,20	8	10	11	12	13
SETOR DE ARMAZENAMENTO	R\$ 1.686,92	16	16	16	18	19
SETOR ADMINISTRATIVO	R\$ 2.173,35	13	13	13	13	13
SETOR DE TRANSPORTES	R\$ 2.256,14	4	4	4	4	4
Valor total		R\$ 87.666,99	R\$ 94.303,46	R\$ 97.621,70	R\$ 104.169,70	R\$ 109.102,82

Legenda: *ton: toneladas. Valor médio de conversão de moeda para o ano de 2022: 1 US\$ = 5,16 R\$ (IPEADATA, 2023).

Fonte: Autores (2023).

A Tabela 3 mostra que no setor de recepção e processamento e no setor de preparação e envase de produtos foram considerados aumentos progressivos no número de funcionários devido ao aumento da capacidade operacional da indústria. O quadro de funcionários foi mantido constante no setor de armazenagem e embalagem até atingir 66% da capacidade operacional da indústria (330,2 toneladas/mês). Isto foi considerado possível devido a observações dos diferentes setores que operam com rearranjos internos de apoio entre os funcionários.

Energia

O custo da energia consumida pela indústria foi baseado em dados médios do ano de 2022. Ressalta-se que o custo do consumo de água foi incluído no valor total da energia consumida, pois a empresa utiliza água de poços artesianos. A empresa considera que o valor gasto com consumo de energia é de 40% para os setores de recebimento, higienização e processamento de frutas e 60% para os demais setores de preparação e envase de produtos, armazenamento e embalagem. O consumo de energia também inclui a iluminação na indústria e a energia utilizada nos setores administrativo e de higiene dos funcionários, mas com pouco impacto no consumo total de energia da indústria.

O processamento de frutas frescas respondeu por 96,4% da matéria-prima utilizada na indústria (165,1 toneladas/mês) em 2022, enquanto apenas 3,6% é proveniente da compra de polpa congelada, que não passa pelos setores de processamento de frutas e exige um menor consumo proporcional de energia. O total de energia consumida em 2022 foi de R\$ 70.849,63/mês, conforme Tabela 4. Em relação ao processamento do maracujá (MPM), que representa 26,5% do total da matéria-prima utilizada na indústria como fruta *in natura*, o custo energético é de R\$ 18.775,15/mês. O mesmo cálculo do gasto energético pode ser feito para as demais matérias-primas, considerando suas proporções na quantidade total de polpa produzida pela indústria.

Tabela 4: Cálculo dos custos mensais de energia sobre a variação das matérias-primas processadas na indústria (VMPG).

VALOR DO GASTO DE ENERGIA (R\$/mês)		
CO (%)	VMPG (%)	Custo para VMPG
33%	0%	R\$ 70,849.63
36%	10%	R\$ 77,934.60
40%	20%	R\$ 85,019.56
43%	30%	R\$ 92,104.52
46%	40%	R\$ 99,189.49
50%	50%	R\$ 106,274.45
66%	100%	R\$ 141,699.57
83%	150%	R\$ 177,124.08
99%	200%	R\$ 212,548.90

Legenda: CO: Capacidade Operacional; VGMP: Variação Geral de Matéria Prima. Valor médio de conversão de moeda para o ano de 2022: 1 US\$ = 5,16 R\$ (IPEADATA, 2023).

Fonte: Autores (2023).

Os custos com consumo de energia devido ao aumento da capacidade operacional da indústria, calculados conforme a variação do VGMP (Tabela 4), consideraram um custo médio de R\$ 429,13/tonelada por mês, obtido para o ano de referência 2022. Assim, por exemplo, o aumento de 50% do GRMV em relação à capacidade operacional inicial da indústria resultou em um custo de energia de R\$ 106.274,45/mês.

Custos de embalagem e serviços terceirizados

A coleta de dados contemplou todos os custos de aquisição de embalagens utilizadas na produção e comercialização de toda a polpa congelada comercializada em 2022, representando um custo médio mensal de R\$ 516,3/ton. Nesse caso, o custo total de embalagem da polpa processada em 2022 foi de R\$ 63.402,13/mês. Além disso, os valores de custos de embalagem obtidos para os aumentos na capacidade operacional da indústria foram obtidos de acordo com a proporção do aumento no processamento de todas as matérias-primas (VGMP), considerando também os rendimentos de extração de polpa de cada matéria-prima. A Tabela 5 apresenta os dados dos custos de embalagem devido ao aumento da proporção de matérias-primas processadas na indústria.

Tabela 5: Cálculo do custo de embalagens e serviços terceirizados obtidos com o aumento da quantidade de matéria-prima processada na indústria.

CUSTOS (R\$/mês)			
CO (%)	VGMP (%)	EMBALAGEM	SERVIÇOS TERCEIRIZADOS
33%	0%	R\$ 63.402,13	R\$ 17.057,82
36%	10%	R\$ 69.742,34	R\$ 18.763,60
40%	20%	R\$ 76.082,55	R\$ 20.469,38
43%	30%	R\$ 82.422,76	R\$ 22.175,16
46%	40%	R\$ 88.762,98	R\$ 23.880,94
50%	50%	R\$ 95.103,19	R\$ 25.586,72
66%	100%	R\$ 126.804,25	R\$ 34.115,63
83%	150%	R\$ 158.505,31	R\$ 42.644,54
99%	200%	R\$ 190.206,38	R\$ 51.173,45

Legenda: CO: Capacidade Operacional; VGMP: Variação Geral de Matérias-Primas; Valor médio de conversão de moeda para 2022: 1 US\$ = 5,16 R\$ (IPEADATA, 2023).

Fonte: Autores (2023).

Os valores dos serviços terceirizados se referem aos custos do escritório de contabilidade e dos laboratórios de análises microbiológicas e físico-químicas realizadas nas polpas congeladas. O valor médio gasto com esses serviços foi determinado de acordo com a quantidade de matéria-prima processada em 2022, atingindo R\$ 103,31/ton/mês, com custo total de R\$ 17.057,82/mês. A Tabela 5 apresenta os dados de custos dos serviços terceirizados devido ao aumento da proporção de matérias-primas processadas na indústria.

Impostos, pagamentos de investimentos e remuneração do empresário

O total de impostos pagos pela empresa representa atualmente 8,5% do faturamento bruto do setor. Assim, o aumento do valor dos tributos é proporcional ao aumento da variação das matérias-primas processadas na indústria (GRMV), ou seja, esta alíquota refere-se ao total da receita bruta proveniente da comercialização dos produtos.

O estudo inclui um empréstimo inicial de R\$ 4.205.000,00 para construção da indústria e compra de equipamentos, além de insumos fixos para o início da

indústria. Esse empréstimo seria pago em 60 parcelas, com juros de 15% a.a. (SELIC acumulada de 2022 – 13,75% mais 1,15% de serviços bancários), segundo dados do BNDES (2023).

A remuneração mensal do empreendedor foi fixada inicialmente em R\$ 20.000,00/mês para os primeiros 60 meses do empréstimo, triplicando esse valor ao longo do restante do horizonte do projeto.

Produtos e receitas

Segundo dados da empresa, 75% da polpa de fruta congelada é vendida em embalagens de 100 g, 20% em embalagens de 1 kg e 5% em tambores (100 kg). Porém, o preço da quantidade de polpa congelada é o mesmo para qualquer embalagem. Em 2022, a polpa de maracujá congelada (PM) teve preço médio de venda de R\$ 13.851,81/ton, e a polpa de outras frutas (OP) teve preço médio de R\$ 7.546,25/ton. Assim, considerando os rendimentos da extração da polpa do fruto, a receita bruta mensal obtida em 2022 com a venda da polpa do maracujá foi de R\$ 178.688,39/mês, enquanto a receita obtida com as demais polpas foi de R\$ 829.332,74/mês.

Tabela 6: Cálculo da receita bruta (R\$/mês) da polpa congelada obtida da matéria-prima do maracujá (MPM) e da polpa obtida de outras matérias-primas (OMP) em função do aumento da capacidade operacional da indústria (CO).

VARIAÇÃO DE RECEITA								
CO (%)	VGMP (%)	MPG (t)	MPM (t)	PM (t)	OMP (t)	OP (t)	Receita de PM/mês	Receita de OP/mês
33%	0%	165,110	43,8	12,9	121,3	109,9	R\$ 178.688,39	R\$ 829.332,74
36%	10%	181,621	48,8	14,2	132,9	120,9	R\$ 196.695,75	R\$ 912.341,48
40%	20%	198,132	53,7	15,4	144,4	131,9	R\$ 213.317,92	R\$ 995.350,22
43%	30%	214,643	58,7	16,7	156,0	142,9	R\$ 231.325,28	R\$ 1.078.358,96
46%	40%	231,154	63,6	18,0	167,5	153,9	R\$ 249.332,64	R\$ 1.161.367,69
50%	50%	247,665	68,6	19,3	179,1	164,9	R\$ 267.339,99	R\$ 1.244.376,43
66%	100%	330,220	93,3	25,7	236,9	219,8	R\$ 355.991,60	R\$ 1.658.665,49
83%	150%	412,775	118,1	32,2	294,7	274,8	R\$ 446.028,38	R\$ 2.073.709,17
99%	200%	495,330	142,9	38,6	352,5	329,7	R\$ 534.679,99	R\$ 2.487.998,23

Legenda: CO: Capacidade Operacional; VGMP: Variação Geral de Matérias-Primas; MPG: Matérias Primas Gerais; MPM: Matéria Prima do Maracujá; OMP: Outras Matérias-Primas; PM: Polpa obtida da matéria-prima do maracujá; OP: Polpa obtida de outras matérias-primas; Valor médio de conversão de moeda para o ano de 2022: 1 US\$ = 5,16 R\$ (IPEADATA, 2023).

Fonte: Autores (2023).

As receitas obtidas com as vendas de polpa de maracujá (PM) e outras polpas (OP) produzidas na indústria, operando em diferentes capacidades operacionais, são apresentadas na Tabela 6. As receitas provenientes da venda de polpa devido ao aumento da capacidade operacional foram calculadas com base nas quantidades de polpa obtidas a partir das matérias-primas processadas na indústria.

Análise da viabilidade econômica da indústria de polpa congelada

Os fluxos de caixa foram obtidos utilizando os dados de receitas e despesas da indústria para o ano de 2022. O fluxo líquido é a diferença entre receitas e despesas (NORONHA, 1987). Neste estudo foi calculada uma depreciação de 90% dos valores iniciais dos equipamentos após um horizonte de 120 meses e incorporada ao fluxo de caixa como valor residual.

Este estudo utilizou os indicadores de resultado econômico representados pelo Valor Presente Líquido (VPL), pela Taxa Interna de Retorno (TIR) e pelo Payback, que permitem avaliar o efeito da correção dos valores monetários de acordo com o horizonte do projeto (GOMES, 2013). Sullivan, Wicks e Luxhoj (2011) destacam que esses indicadores são úteis para estimar a viabilidade de um projeto.

Calculando o valor presente líquido (VPL)

O VPL é usado para verificar a viabilidade econômica do projeto. Assim, quando o VPL ultrapassa zero, o projeto cobre todos os custos e gera retorno econômico. O VPL é calculado conforme Equação 1:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - CF_0 \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde: CF_0 é o investimento de capital inicial (R\$/mês); CF_t é o retorno do fluxo de caixa de cada mês (R\$/mês); n é o número de fluxos de caixa ao longo do horizonte do projeto; t é o horizonte do projeto (em meses) e r é a taxa mínima de desconto, que se refere à Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

Taxa Interna de Retorno (TIR) e Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRm)

A TIR é a taxa de juros que iguala o VPL a zero, ou seja, representa o retorno do investimento, que pode ser positivo ou negativo e pode ser recuperado considerando o horizonte do projeto. É calculado de acordo com a Equação 2:

$$0 = -I + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+j^*)^t} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde: I é o investimento de capital no tempo zero (R\$/mês); CF_t é o retorno do fluxo de caixa de cada mês (R\$/mês); n é o número de fluxos de caixa ao longo do horizonte do projeto; t é o horizonte do projeto (em meses) e j* é a Taxa Interna de Retorno (TIR).

Desta forma, a TIR pode ser calculada e comparada com a TMA (Taxa Mínima de Atratividade) para identificar a viabilidade do projeto. Se a TIR for inferior à TMA, o projeto não é viável e recomenda-se o investimento em outro ativo econômico. A TMA para este estudo foi fixada em 1,079% por mês. (SELIC acumulada de 2022 – 13,75%), segundo dados do BNDES (2023).

Já para o cálculo da TIR_m, taxa que se aproxima mais da realidade financeira do projeto, foi utilizada a Equação 3, semelhante à da função financeira MTIR existente na planilha eletrônica do *Excel*:

$$\sum_{j=0}^n \frac{FCS_j}{(1+kd)^j} = \frac{\sum_{j=0}^n FCE_j(1+kc)^{n-j}}{(1+TIR_m)^n} \quad (\text{Eq.3})$$

Onde: FCE = Fluxos de caixa positivos; FCS = Fluxos de caixa negativos; kc = Taxa de desconto dos fluxos de caixa negativos kd = Taxa de capitalização dos fluxos de caixa positivos.

Payback

O *Payback* representa o retorno do investimento e considera o valor presente líquido de cada mês dentro do horizonte do projeto. O cálculo considera a taxa de juros TMA, conforme descreveu Assaf Neto (2012).

Análise da viabilidade econômica atual da indústria

A atual análise de viabilidade econômica foi formulada com base nas rubricas de fluxo de caixa relativas às despesas e receitas da indústria em 2022, permitindo determinar os índices VPL, TIR e *Payback* em um horizonte de projeto de 120 meses.

Análise de sensibilidade do fluxo de Caixa

A análise de sensibilidade do fluxo de caixa foi realizada para compreender como outros cenários de despesas e receitas poderiam influenciar o balanço do setor.

Para isso, foram calculados os aumentos nos valores dos itens que compõem o fluxo de caixa da empresa, conforme descrito por GOMES (2013).

A análise de sensibilidade foi realizada com base nos itens do fluxo de caixa da indústria para 2022. Para isso, suas proporções foram aumentadas de acordo com as proporções das quantidades de polpa obtidas das matérias-primas processadas na indústria (Tabela 7). Observa-se que as variações nas proporções de polpa de maracujá (MPM) e outras matérias-primas (OMP) são diferentes devido ao efeito do rendimento de extração da polpa. No caso de aumentos no item mão de obra (MO), novos funcionários são contratados a partir de um aumento de 50% na quantidade de matéria-prima processada na indústria (VGMP).

As proporções mostradas na Tabela 7 foram utilizadas para determinar o VPL, a TIR e o Payback para analisar a viabilidade econômica do projeto ao longo de 120 meses.

Tabela 7: Proporções dos aumentos realizados nos itens de fluxo de caixa para as análises de sensibilidade de acordo com o aumento da capacidade de processamento de matéria-prima na indústria.

GRUPO DE VARIAÇÕES DE SENSIBILIDADE															
CO*	VGMP*	MPM*	OMP*	InfraE*	Equip*	Oifixos*	MTI*	Mequip*	MO*	Energia	Embal*	ST*	OIS*	Impostos	Receitas
33%	0%	0%	0%	n/a*	n/a	n/a	n/a	0%	0%	0%	0%	0%	n/a	0%	0%
36%	10%	3%	7%	n/a	n/a	n/a	n/a	10%	0,0%	10%	10%	10%	n/a	10%	10%
40%	20%	6%	14%	n/a	n/a	n/a	n/a	20%	0,0%	20%	20%	20%	n/a	20%	20%
43%	30%	9%	21%	n/a	n/a	n/a	n/a	30%	0,0%	30%	30%	30%	n/a	30%	30%
46%	40%	12%	28%	n/a	n/a	n/a	n/a	40%	0,0%	40%	40%	40%	n/a	40%	40%
50%	50%	15%	35%	n/a	n/a	n/a	n/a	50%	7,5%	50%	50%	50%	n/a	50%	50%
66%	100%	30%	70%	n/a	n/a	n/a	n/a	100%	11,2%	100%	100%	100%	n/a	100%	100%
83%	150%	45%	105%	n/a	n/a	n/a	n/a	150%	18,8%	150%	150%	150%	n/a	150%	150%
99%	200%	60%	140%	n/a	n/a	n/a	n/a	200%	20,7%	200%	200%	200%	n/a	200%	200%

Legenda: VGMP: Variação geral de matéria-prima Geral; MPM: Matéria-prima Maracujá; OMP: Outras Matérias-primas; InfraE: Infraestrutura; Equip: Equipamentos; Oifixos: Outros insumos fixos; MTI: Manutenção de infraestrutura; Mequip: Manutenção de equipamentos; MO: Mão-de-obra; Embal: Embalagens; ST: Serviços Terceirizados; OIS: Outros insumos; *n/a: não se aplica.

Fonte: Autores (2023)

Análise de dados

Os fluxos de caixa deste estudo foram elaborados com base em dados coletados de uma indústria de polpa de frutas congeladas de médio porte para 2022. Os valores de infraestrutura, equipamentos, manutenção, insumos, energia, recursos humanos, serviços terceirizados, impostos, custos de matéria-prima, e as receitas foram consideradas. Também foram consideradas despesas com empréstimos, correções monetárias e remuneração do empresário.

Para estudar a viabilidade econômica da indústria foi desenvolvido um programa de cálculo dos itens inventariados aplicados para construir fluxos de caixa dentro de um horizonte de projeto de 120 meses. Este cálculo foi desenvolvido no ambiente Microsoft Excel®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de cálculo do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Taxa interna de Retorno modificada (TIRm), representando os valores presentes do fluxo de caixa total em um horizonte de 120 meses, são mostrados na Figura 1. Os dados foram calculados para cada aumento na matéria-prima da indústria.

A capacidade atual de processamento da indústria é de 33% da quantidade total de matérias-primas que podem ser processadas na indústria. Isso dá um VPL de R\$ 2,179 milhões/mês e uma TIR de 1,74% ao mês, além de uma TIRm de 1,43 %. Quando a capacidade operacional está no máximo (99%), o VPL atinge o máximo de R\$ 58,063 milhões/mês, a TIR chega a 21,66% e a TIRm de 3,30 %. Pode-se observar na Figura 1.A que existe uma correlação direta entre o aumento da capacidade operacional da indústria (CO) e os valores do VPL, sendo que um aumento de 1% do CO equivale a um aumento de R\$ 0,8467 milhões/mês no VPL. A mesma correlação pode ser observada para a mudança na TIR e na TIRm (Figuras 1.B e 1.C), onde um aumento de 1 % na CO equivale a um aumento de 0,30% na TIR. Já a TIRm apresenta uma variação não linear devido às mudanças heterogêneas de fluxos de caixa com o aumento da capacidade operacional da indústria

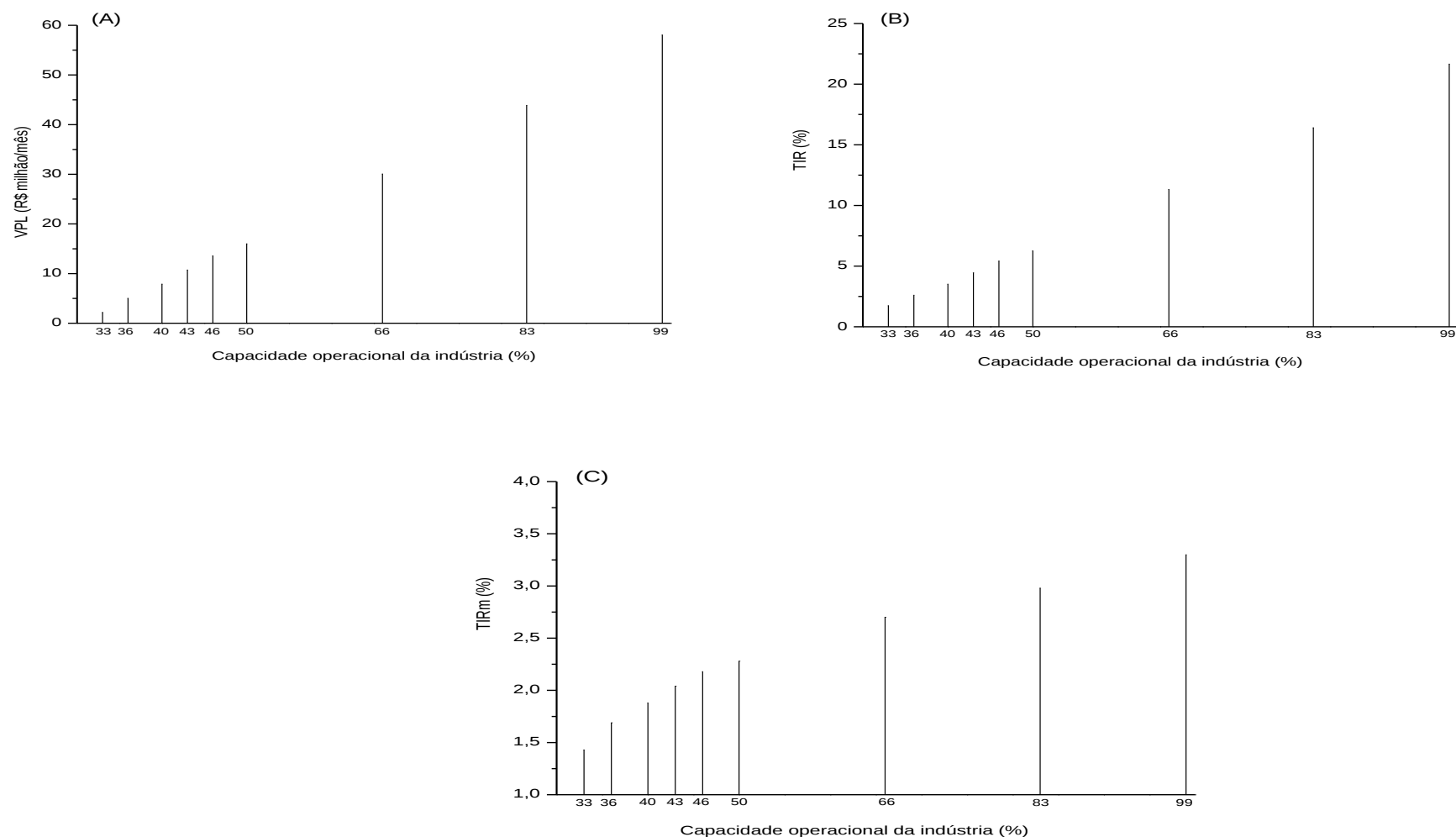


Figura 1: Resultados do Valor Presente Líquido (VPL) (A), da Taxa Interna de Retorno (TIR) (B) e da Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRm) (C), representando os valores presentes do fluxo de caixa total no horizonte de 120 meses. Os dados foram calculados para o aumento da capacidade de processamento de matéria-prima da indústria.

Os resultados apresentados na Figura 1.B e 1.C mostram que todas as condições de funcionamento da indústria proporcionam valores de TIR e TIR_m superiores à Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que foi de 1,079% ao mês, de acordo com a taxa de juros real da poupança para 2022 (BNDES, 2023). Além disso, foram obtidos valores de VPL positivos para todas as condições de operação da indústria (Figura 1.A), demonstrando sua viabilidade econômica, conforme Gomes (2013).

Com teto de investimento de R\$ 850 mil e horizonte de 10 anos, Souza, Junior e Spiegel (2016) também analisaram os resultados de VPL e TIR no estudo de quatro cenários de negócios no mercado de cerveja artesanal, considerando uma análise do processo atual de processamento condições das indústrias e uma análise de sensibilidade em que variaram a TMA, o custo unitário/litro dos insumos, o preço unitário de venda e a quantidade de produto vendido. Neste caso, constataram que mesmo pequenas alterações de 10% nas rubricas de fluxo de caixa das quatro empresas levaram a aumentos positivos nos indicadores de viabilidade econômica.

Na análise de viabilidade econômica realizada por Araújo, Khan e Silva (2001) sobre a produção de frutas e extração de polpa em indústrias da região sudeste da Bahia, Brasil, a polpa de maracujá apresentou o segundo maior custo médio de produção devido à quantidade relativamente pequena de rendimento de extração (30%), comparado às demais frutas processadas na indústria, onde o rendimento varia de 40% a 100% quando a indústria compra a polpa *in natura* como matéria-prima.

Moreira (2012) e Sabbadini, Gonçalves e Oliveira (2006) observaram que o CO deve ser ajustado de acordo com a demanda do consumidor, pois operar em condições de capacidade operacional diferentes daquelas exigidas pelo mercado poderia levar a uma análise de sensibilidade distorcida do cenário relativo ao mercado consumidor.

Existem poucos estudos que descrevem os indicadores financeiros das indústrias de polpa de frutas. Alguns estudos tratam mais especificamente da viabilidade econômica da cultura, como o descrito por Rosa (2019), que estudou a viabilidade econômica do cultivo do maracujá em uma área de 5 hectares, com horizonte de projeto de 3 anos, em que o VPL foi de R\$ 67.645,55 e a TIR estimada foi de 160%. Essa maior magnitude da TIR em relação ao presente estudo pode ser

explicada pelo tempo necessário para o desenvolvimento da cultura até o início da produção, o que impacta os itens de despesas e receitas no fluxo de caixa do projeto.

Na avaliação da viabilidade econômica da agroindústria de sucos, Bernardy et al. (2016) construíram um fluxo de caixa considerando os equipamentos da linha de processamento e o balanço de massa do processo, sem mencionar outros itens do fluxo de caixa, indispensáveis para esse tipo de análise, em linha com os avaliados neste estudo. Eles usaram uma TMA de 10% a.a. e estudaram três cenários diferentes relacionados apenas ao valor de venda dos produtos, obtendo uma TIRm de 32,9% e um VPL de R\$ 346.707,3 no cenário de valores praticados na indústria.

Heleno (2004) conduziu um estudo de viabilidade econômica num horizonte de 12 anos para a implantação de uma agroindústria de polpa de frutas em uma associação de produtores agrícolas em Minas Gerais, Brasil. Porém, o estudo analisou apenas a produção de polpa de goiaba, obtendo uma TIR de 128% e um período de retorno de 10 meses.

Neste estudo foi realizada uma análise de Payback para determinar o tempo de retorno dos recursos investidos em infraestrutura, equipamentos, insumos fixos e demais itens do fluxo de caixa que compõem as despesas e receitas da empresa, conforme mostra a Figura 2. Notavelmente, o tempo de retorno apresentou redução exponencial devido ao aumento da capacidade operacional da indústria.

O estudo de sensibilidade para a viabilidade econômica da indústria mostra que, na atual capacidade operacional da empresa (33% CO), o projeto renderia um retorno de 79 meses. O aumento do CO para 50% permitiu que o tempo de retorno fosse reduzido para 25 meses. Quando a indústria opera a plena capacidade (99% CO), há uma redução de 89,7% no tempo de retorno (8,1 meses).

Segundo Souza e Clemente (2008), o maior risco do projeto ocorre quando o tempo de retorno está próximo do final do horizonte do projeto. Portanto, quanto mais rápido for o retorno do investimento, maior será a segurança do estudo de viabilidade econômica para o retorno do investimento da empresa.

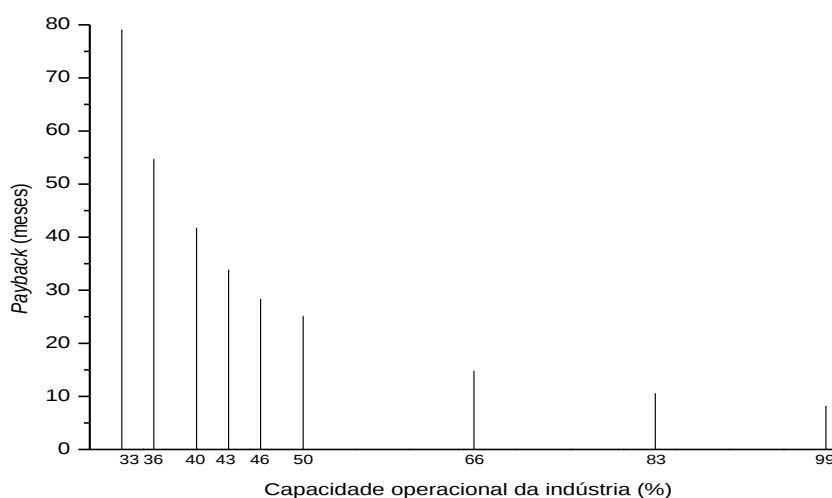


Figura 2: Resultados do cálculo do payback (meses) para o fluxo de caixa total da indústria em um horizonte de 120 meses. Os dados foram calculados para cada aumento na capacidade de processamento de matéria-prima da indústria.

Lee et al. (2020) encontraram uma diminuição no tempo de retorno em um projeto de produção de biodiesel baseado em biocarvão, alterando o preço de venda do biodiesel. Arora et al. (2018) avaliaram a rentabilidade do processamento de resíduos de manga em uma biorrefinaria e constataram que sua utilização na produção de pectina e óleo de semente, produtos com maior preço de venda, promove melhor desempenho econômico com retorno de 2,4 anos (28,8 meses). Além dos indicadores econômicos estudados, outros fatores de mercado tem um impacto direto no aumento da capacidade operacional de uma empresa de polpa de fruta congelada. Esses fatores podem ser divididos em dois grandes grupos, sendo aqueles relacionados à demanda e relacionado à oferta. Aumentar a CO depende da existência de uma demanda estável ou crescente pelo produto. É essencial avaliar o comportamento dos consumidores e dos compradores em potenciais mercados-alvo, como por exemplo a demanda em ascensão de produtos saudáveis e práticos, porém é necessário entender se isso é sazonal ou contínuo. Além disso, deve-se levar em conta a atuação de concorrentes. Se o mercado estiver saturado, o aumento da oferta pode resultar em queda de preços, o que impactaria a rentabilidade.

Uma estratégia sólida para aumentar a capacidade é garantir contratos estáveis com supermercados, distribuidores ou mercados externos. Sem acordos de

compras firmados, aumentar a produção pode levar a excesso de estoque, impactando diretamente o fluxo de caixa.

O aumento na produção de polpas congeladas requer uma oferta constante e confiável de matéria-prima, por isso é necessário avaliar alguns aspectos como a sazonalidade das frutas e a qualidade e preços, o que pode influenciar diretamente na compra pelos clientes. Portanto, caso aumente a CO, o empresário deverá estudar se há oferta de matéria-prima e quanto custará essa aquisição, para assim entender se deverá manter os preços de venda do produto ou aumentar. Caso opte por aumentar, deverá levar em consideração a competitividade do produto diante do mercado e dos concorrentes.

CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou a viabilidade econômica de uma indústria de polpa de frutas congeladas de médio porte operando com capacidade operacional atual de 33% de sua capacidade total, com VPL de R\$ 2,179 milhões/mês, TIR de 1,7% ao mês e tempo de retorno de 79 meses.

O estudo das métricas de desempenho econômico da indústria mostrou que existe uma correlação direta entre o aumento da capacidade operacional (CO) da indústria e os valores de VPL e TIR, sendo que um aumento de 1% na capacidade operacional leva a um aumento de R\$ 8.467 milhões/mês no VPL e 0,30% na TIR. O tempo de retorno apresentou redução exponencial devido ao aumento do CO.

A análise de sensibilidade dos itens de receitas e despesas do fluxo de caixa no horizonte de 120 meses mostrou que a operação industrial em capacidade máxima (99% CO) possibilita redução de 89,7% no *payback*, chegando a 8,1 meses, com VPL máximo de R\$ 58,063 milhões/mês e uma TIR de 21,7% ao mês.

AGRADECIMENTOS

Apoio financeiro e bolsas de pesquisa concedidos pela Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasil.

REFERÊNCIAS

- ABRAFRUTAS. Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. 2020. <https://abrafrutas.org/>. Accessed on: December 2, 2022.
- ARAÚJO, A.C.; KHAN, A.; SILVA, L.M.R. Fruit production and fruit pulp extraction: an alternative for development of the southeast region of Bahia, Brazil. *Brazilian Review of Agricultural Economics and Rural Sociology*, v. 40, n. 1, p. 209-225, 2021. <https://periodicos.ufv.br/rea/article/view/14643/8380>
- ARORA, A.; BANERJEE, J.; VIJAYARAGHAVAN, R.; MACFARLANE, D.; PATTI, A.F. Process design and techno-economic analysis of an integrated mango processing waste biorefinery. *Industrial Crops & Products*, v. 116, p. 24-34, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.02.061>
- ASSAF NETO, A. Finanças corporativas e valor. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- AYDINER, C.; SEN, U.; TOPCU, S.; EKINCI, D.; ALTINAY, A.D.; KOSEOGLU-IMER, D.; KESKINLER, B. Techno-economic viability of innovative membrane systems in water and mass recovery from dairy wastewater. *Journal of Membrane Science*. v. 458, p. 66-75, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2014.01.058>
- BERNARDY, R.; BERNARDY, R.; LUZ, M.L.G.S.; LUZ, C.A.S.; GADOTTI, G.I.; MELLO, L.B. Viabilidade econômica de uma agroindústria de sucos no município de Pelotas-RS. XXV Congresso de Iniciação científica – Universidade Federal de Pelotas – RS, 2016. https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2016/CA_00649.pdf.
- BNDES, (2023). Banco Nacional do Desenvolvimento. Available in: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf-agroindustria>, Accessed on: September 5, 2023.
- BRASIL, (2023a). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção de maracujá*. Available in: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maracuja/br>.
- BRASIL, (2023b). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Available in: <https://www.ibge.gov.br/>.
- CANEVER, F.P.; LUNKES, R.J.; SCHNORRENBURGER, D.; GASPARETTO, V. Formação de preços: um estudo em empresas industriais de Santa Catarina. *Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ (online)*, v. 17, n. 2, p. 14-27, 2012. <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rcmccuerj/article/view/5390>
- CHALERMTHAI, B.; GIWA, A.; MOHEIMANI, N.; TAHER, H. Techno-economic strategies for improving economic viability of β -carotene extraction using natural oil and supercritical solvent: A comparative assessment. *Algal Research*, v. 68, 102875, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2022.102875>.
- CHEN, X.; ZHENG, X.; PEI, Y.; CHEN, W.; LIN, Q.; HUANG, J.; HOU, P.; TANG, J.; HAN, W. Process design and techno-economic analysis of fuel ethanol production from food waste by enzymatic hydrolysis and fermentation. *Bioresource Technology*, v. 363, 127882, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127882>

COGAN, S. *Custos e Preços: formação e análise*. São Paulo: Pioneira, 1999.

COX, J.; BELDING, S.; LOWDER, T. Application of a novel heat pump model for estimating economic viability and barriers of heat pumps in dairy applications in the United States. *Applied Energy*, v. 310, 118499, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.118499>

DENG, C.; RAJENDRAN, K.R.V.; LIN, R. Economic viability of two-stage biohydrogen and biomethane production from cassava stillage residue focusing on solids content and pretreatment. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 52, p. 110-121, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.08.116>.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Mandioca e Fruticultura, *Maracujá* 2022. <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/maracuja#:~:text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20brasileira%20de%20maracuj%C3%A1,maior%20produtor%20e%20consumidor%20mundial>.

GOMES, J.M., *Elaboração e análise de viabilidade econômica de projetos*. São Paulo: Editora Atlas, 2013, 176p.

HELENO, G.T. Determinação da viabilidade econômica de uma agroindústria de polpa de frutas para a associação de produtores de frutas de Paula Cândido (MG). (PhD Thesis, Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2004, 89f.

IPEADATA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2023). *Taxa de Câmbio Anual*. <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=31924>.

LAUER, M.; HANSEN, J.K.; LAMERS, P.; THRÄN, D. Making money from waste: The economic viability of producing biogas and biomethane in the Idaho dairy industry. *Applied Energy*, v. 222, p. 621-636, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.04.026>

LEE, J-C.; LEE, B.; OK, Y.S.; LIM, H. Preliminary techno-economic analysis of biodiesel production over solidbiochar. *Bioresource Technology*, v. 306, 123086, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123086>

MACEDO, M.A.S.; SOUZA, M.A.F.; ROSADAS, L.A.S.; DE ALMEIDA, K. Análise da estratégia de preço: uma proposta metodológica a partir da análise envoltória de dados (DEA). *Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ (online)*, v. 16, n. 1, p. 62-78, 2011. <https://doi.org/10.12979/rcmccuerj.v16i1.5479>

MAHALAKSHMI, P.S. *Mango butter financial feasibility analysis: Value added in the Chittoor District, Andhra Pradesh, India*. (PhD Thesis). Agribusiness Department of Agricultural Economics College of Agriculture, Kansas State University, Manhattan, Kansas. 2018. 67p.

MELLICHAMP, D.A. Internal rate of return: Good and bad features, and a new way of interpreting the historic measure. *Computers & Chemical Engineering*, v. 106, p. 396-406, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2017.06.005>

MOREIRA, D.A. Administração da produção e operações. São Paulo: Saraiva, 2012. 152 p.

NORONHA, J.F. Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica. 2 ed. São Paulo, Atlas, 1987. 269p.

PIMENTEL, L.D.; SANTOS, C.E.M.; FERREIRA, A.C.C.; MARTINS, A.A.; WAGNER JR, A.; BRUCKNER, C.H. Cost of production and profitability of the passion fruit plant in the agroindustrial market of the Zona da Mata of Minas Gerais State, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 31, n. 2, p. 397-407, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452009000200013>.

REGIS, S.A.; RESENDE, E.D.; ANTONIASSI, R. Oil quality of passion fruit seeds subjected to a pulp-waste purification process. *Ciência Rural*, v. 45, n. 6, p. 977-984, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140099>.

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. *Análise Econômica e Social de Projetos Florestais*. Editora UFV. 3th edição. Viçosa-MG, 2013, 385 p.

RICHARTZ, F.; BORGERT, A. O comportamento dos custos das empresas brasileiras listadas na BM&FBOVESPA entre 1994 e 2011 com ênfase nos sticky costs. *Contaduría y Administración*, v. 59, n. 4, p. 39-70, 2014. [https://doi.org/10.1016/S0186-1042\(14\)70154-8](https://doi.org/10.1016/S0186-1042(14)70154-8)

ROSA, D.G.; SILVA, A.C.; ARAÚJO, M.S.; PEIXOTO, N. Estudo econômico para implantação do cultivo de maracujá-amarelo. *Revista Agrotecnologia*, v. 10, n. 1, p. 40- 53, 2019. DOI: 10.12971/2179-5959/agrotecnologia.v10n1p40-53.

SABBADINI, F.S.; GONÇALVES A.A.; OLIVEIRA, M.J.F. A aplicação da teoria das restrições (toc) e da simulação na gestão da capacidade de atendimento em hospital de emergência. *Revista Produção Online*, v. 6, n. 3, p. 51-70, 2006. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v6i3.636>

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. *Como montar uma fábrica de polpa de frutas*. 2022. <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-fabrica-de-polpa-de-frutas,09287a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD#apresentacao-de-negocio>

SILVA, G.C.R.; ANDRADE, M.H.C. Extração dos óleos do fruto da macaúba no norte de Minas Gerais. *Revista de Economia Agrícola*, v. 61, n. 1, p. 23-34, 2014. <chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/publicar/rea2014-1/rea2.pdf>

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. *Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações*. 6th ed. São Paulo: Atlas, 2008. 200 p.

SOUZA, R.J.; JUNIOR, D.S.S.; SPIEGEL, T. Para além do VPL e da TIR: aplicação de métodos analíticos estocásticos à avaliação de projetos: estudo de cenários de negócios do mercado de cervejas artesanais. *Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ (online)*, v. 21, n. 3, p. 88-94, 2016. <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rcmccuerj/article/view/27397>

SULLIVAN, W.G., WICKS, E.M., LUXHOJ, J.T. *Engineering economy*, 15th ed. New York: Pearson Education, 2011. 672 p.

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DOS ITENS DE DISPÊNDIOS NA COMPOSIÇÃO DE CUSTOS DOS PRODUTOS DA INDÚSTRIA DE POLPA CONGELADA DE FRUTAS

Lucas Martins da Silva

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), E-mail: lucasmartinsdasilvalms@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0862-7863

Alcimar das Chagas Ribeiro

Graduado em Ciências Econômicas (Faculdades Integradas Bennett) e Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Professor do Curso de Engenharia de Produção da UENF, E-mail: alcimar@uenf.br, ORCID: 0000-00027954-7118

Eder Dutra de Resende

Graduado em Engenharia de Alimentos pela UFV e Doutor em Engenharia Química pela UNICAMP. Professor do Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), E-mail: eresende@uenf.br, ORCID: 0000-0001-5329-2295

Reproduzido com permissão:

Da Silva, L. M.; Ribeiro, A. C; De Resende, E. D. (2024). AVALIAÇÃO DO IMPACTO DOS ITENS DE DISPÊNDIOS NA COMPOSIÇÃO DE CUSTOS DOS PRODUTOS DA INDÚSTRIA DE POLPA CONGELADA DE FRUTAS. Artigo submetido para publicação.

RESUMO

As indústrias de polpa de frutas no Brasil experimentaram um crescimento expressivo nos últimos anos, impulsionado pela exportação e pelo mercado interno. No entanto, muitas dessas indústrias enfrentam desafios, como altos custos de matéria-prima, aspectos mercadológicos e concorrência. Este estudo avaliou o impacto dos custos de produção em uma fábrica de polpa congelada de frutas que oferece 19 tipos de polpas, empregando o método de custeio ABC (Activity-based Costing), identificando e quantificando os custos diretos e indiretos. Os custos indiretos foram alocados às atividades de acordo com direcionadores específicos sem envolvimento direto com o processamento da matéria-prima, como o consumo energético, já os custos diretos estão presentes nas linhas de processamento, como por exemplo, matéria-prima e embalagens. A empresa foi dividida em 6 atividades relacionadas com os setores de recepção e processamento, preparo e envase, armazenamento, empacotamento e expedição, setor administrativo e setor de transportes. Os resultados mostraram que a atividade administrativa foi a mais onerosa em termos de custos indiretos, seguida pela atividade de armazenamento. Os custos totais de fabricação foram calculados para cada produto, levando em consideração a somatória dos custos diretos e indiretos. Os resultados revelaram que os custos diretos, especialmente relacionados à matéria-prima, representam aproximadamente 51% dos custos totais de produção. A proporção entre custos indiretos e custos diretos foi muito baixa, alcançando 4,07% no processamento de polpa de manga e 0,01% no processamento de polpa de pitanga. Isto pode ser atribuído ao grande impacto de custos da matéria-prima na composição de custos totais da indústria. A influência da sazonalidade na lucratividade da indústria foi destacada no processamento de polpa de maracujá. A análise da margem líquida revelou que, embora alguns produtos possam apresentar prejuízos isolados, como é o caso do maracujá, que apresentou margens líquidas de -3,09% (safra) e -7,97% (entressafra), a estratégia global da empresa de manter a competitividade no mercado demonstra ser eficaz, uma vez que a margem líquida total permanece positiva (33,06% na safra do maracujá e 28,19% na entressafra).

Palavras-chave: Análise de custos, agroindústria, polpa de frutas, método ABC

INTRODUÇÃO

As indústrias de polpa de frutas do Brasil tiveram um crescimento expressivo nos últimos anos, visando principalmente a exportação, sem deixar de abastecer o mercado interno (ABRAFRUTAS, 2020). Mesmo com alta capacidade de produção e venda da polpa de frutas congeladas, muitas indústrias enfrentam problemas, como alto custo de aquisição de matérias-primas produzidas em regiões afastadas da indústria, aspectos mercadológicos e concorrências de mercado (GOMES, 2013; REZENDE; OLIVEIRA, 2013). Por isso, a realização de uma análise econômica robusta, em que seja possível descrever, detalhar e quantificar os dispêndios e as receitas, isso representa uma ferramenta importante para auxiliar na tomada de decisões.

Segundo Arora et al. (2018), o preço de mercado do produto pode afetar fortemente a viabilidade econômica do projeto. Valores de mercado mais competitivos são o que diferem empresas de sucesso daquelas que ainda estão lutando para ter o seu espaço no mundo empresarial. Entretanto, para se alcançar preços mais atrativos é preciso trabalhar em cima de um bom gerenciamento de custos, buscando repensar o processo de fabricação, identificar as atividades mais onerosas e entender quais possíveis melhorias são necessárias para tornar a empresa dinâmica e competitiva no mercado (BRAGA et al., 2010; EVERETT e WATSON, 1998).

Dentre os métodos disponíveis na literatura e usados pelas empresas na análise de custos de produção, destaca-se o método ABC (Activity-based Costing), que apresenta uma abordagem de identificação dos custos por atividade, ou seja, o sistema divide toda a linha de processamento da empresa em atividades e considera que elas consomem recursos que estão causando custos. O produto, por sua vez, é uma consequência das atividades (BORNIA, 2002; QUESADO e SILVA, 2021).

Esse sistema de custeio permite uma visão estratégica da empresa, identificando as suas potencialidades, principalmente, quando há maior detalhamento dos itens do fluxo de caixa e quando os dados absorvidos pelo método são, de fato, sensíveis e representam uma parcela significativa de dados da empresa. Desta forma, é possível identificar os pontos fracos e as necessidades de melhorias, atividades mais onerosas e, por fim, como a soma dos custos diretos e indiretos

por atividade está refletindo a dinâmica organizacional dessa empresa (QUESADO e SILVA, 2021; KALDIRIM e KALDIRIM, 2020; HAROUN, 2015).

Os custos diretos podem ser atribuídos a um objeto utilizado na fabricação do produto, como no caso do custo com matéria-prima. Já os custos indiretos são utilizados para dar valor ao produto final, mas são absorvidos nas atividades e não se relacionam diretamente com o produto, como no caso de mão-de-obra de setores fora da linha de processamento da indústria, custo com energia e custo com manutenção de equipamentos (GOMES, 2013).

Existem poucos trabalhos na literatura sobre a aplicação do método de custeio ABC para análises das indústrias de alimentos. No agronegócio, segundo Kabinlapat e Sutthachai (2016) os trabalhos que ilustram detalhadamente as aplicações do ABC são escassos. Dwivedi e Chakraborty (2014) utilizaram este método em uma indústria de processamento de alimentos da Índia, que, assim como o Brasil, é um dos maiores produtores de alimentos do mundo. O objetivo foi demonstrar a eficiência da aplicação do método a partir de informações precisas de custos da fábrica, enfatizando que tais informações poderiam ser úteis aos tomadores de decisões de outras indústrias. Kabinlapat e Sutthachai (2017) aplicaram o método ABC na análise de custos de uma indústria de processamento de frango e concluíram que o processo é complexo e desafiador, mas, apesar disso, este tipo de custeio consegue fornecer informações mais precisas e importantes para o gerenciamento da empresa.

No estudo de De Ferreira e Leite (2022) foi aplicado o método ABC em uma indústria de produção de 4 tipos de salgados de festa. Os autores justificam que o emprego do custeio ABC se dá pela empresa possuir muitas atividades manuais que necessitam de uma acurácia fina para a obtenção dos custos. As fontes de dados foram documentos oficiais e questionários com informações levantadas junto aos colaboradores. Os resultados mostraram diferenças com relação aos custos que eram calculados pelo setor administrativo da empresa. Isso já era esperado, pois a empresa desconsiderava no cálculo do custo de fabricação e precificação aqueles custos com mão-de-obra direta e outros custos indiretos de fabricação, o que foi responsável por quase duplicar o valor do custo de fabricação, demonstrando a importância da aplicação de um método estruturado capaz de mensurar com exatidão os custos associados às atividades de produção.

O objetivo desse trabalho foi realizar o levantamento de dados dos custos diretos e indiretos de produção em uma fábrica de polpa congelada de frutas que vende 19 tipos de polpas, com vistas à identificação dos custos por atividade segundo o método ABC para determinar os fatores que impactam na composição de custos dos diferentes tipos de polpa comercializadas pela indústria.

METODOLOGIA

Coleta de dados da indústria

Os dados utilizados para o desenvolvimento do método de custeio ABC são referentes aos meses de janeiro a dezembro do ano de 2022 e foram levantados junto ao proprietário da indústria, junto com os colaboradores e com observação direta da linha de processamento de polpa congelada de frutas. A fábrica possui 47 colaboradores divididos por diferentes setores e com uma capacidade máxima de processamento de 500 t de matéria-prima por mês. Em 2022 a empresa operou com 33% de sua capacidade operacional (165,1 toneladas de matéria-prima/mês).

A metodologia de entrevista é bastante importante, principalmente, porque o proprietário da empresa e os colaboradores são as pessoas que lidam diretamente e/ou há bastante tempo com o negócio. Este método também foi utilizado por Gode e Ekergil (2020) no qual foram feitos levantamentos objetivos a respeito dos processos de produção e dos custos dos itens de produção.

O levantamento de dados levou em consideração uma discriminação pormenorizada de variáveis de custos relacionados com a matéria-prima maracujá, dada à importância dessa fruta no cenário de negócios da empresa. O maracujá representou, em 2022, a quantidade de 26,5% de compra de matéria-prima, dentre os 19 tipos de polpas produzidas pela indústria. Por isso, os custos com a matéria-prima maracujá levaram em consideração o custo com transporte até a indústria e oscilações do preço por tonelada nos períodos de safra e entressafra. Além disso, foram considerados 10% de perda de frutos durante o processo de seleção na linha de processamento.

Além do maracujá, em 2022 foram compradas matérias-primas (frutas *in natura* ou polpas congeladas concentradas) de abacaxi, açaí, acerola, amora, cacau, manga, caju, goiaba, graviola, laranja, cajá manga, morango, tangerina, uva,

limão, cupuaçu, cajá mirim e pitanga, além de misturas de polpas congeladas obtidas com essas matérias-primas, totalizando 19 tipos de polpa de frutas. Entretanto, a empresa também comercializa misturas, como acerola com laranja, abacaxi com hortelã, detox, misto e sortidos. Com isso, as receitas atribuídas a essas misturas de polpas foram divididas por igual e incorporadas às respectivas polpas desses produtos, já que não se originam de matérias-primas novas e o valor é irrisório comparado aos demais produtos.

Aplicação do método ABC

A aplicação do método ABC baseou-se na metodologia de Bornia (2010) e considerou os seguintes passos: levantamento dos itens de custo, levantamento das atividades, distribuição dos custos das atividades indiretas e diretas e distribuição dos custos para os produtos.

Na Tabela 1 estão apresentados os custos dos itens do fluxo de caixa da empresa, de acordo com dados do ano de 2022. Os diferentes tipos de custos tiveram um valor total mensal de R\$ 812.646,51 (Tabela 1). O custo de matéria-prima relaciona-se à fruta e/ou polpa congelada concentrada que foi comprada para a produção de polpa congelada, conforme planilha de custos disponibilizada pela indústria. Dentre esses custos, a depreciação foi obtida a partir do levantamento dos equipamentos *in loco* e considerou-se 10% de depreciação anual. Já os impostos relacionam-se a 8,5% do total de faturamento da empresa. Os demais itens foram obtidos junto ao escritório de contabilidade da indústria. Os custos de mão-de-obra para os diferentes setores foram obtidos com base no número de operadores envolvidos com cada atividade da indústria.

Tabela 1: Relação de custos dos itens do fluxo de caixa da indústria de polpa congelada de frutas e sua classificação quanto à natureza, variabilidade e valor mensal de cada item, referentes ao ano de 2022

CUSTOS DOS ITENS DO FLUXO DE CAIXA DA INDÚSTRIA			
ITENS	CLASSIFICAÇÃO QUANTO À NATUREZA	CLASSIFICAÇÃO QUANTO À VARIABILIDADE	VALOR MENSAL (R\$)
Matéria-prima	direto	Variável	416.010,74
MO* Setor Recepção e Processamento	direto	Variável	8.540,49
MO* Setor Preparo e Envase	direto	Variável	11.368,93
MO* Setor Armazenamento	direto	Variável	6.459,54
MO* Setor Empacotamento e Expedição	direto	Variável	24.019,92
MO* Setor Administrativo	indireto	Variável	28.253,59
MO* Setor Transportes	direto	Variável	9.024,54
Energia	indireto	Variável	70.849,63
Embalagens	direto	Variável	63.400,51
Manutenção de equipamentos	indireto	Fixo	15.524,40
Manutenção de infraestrutura	indireto	Fixo	6.455,46
Administrativo	indireto	Variável	17.057,38
Impostos	direto	Variável	85.668,74
Insumos gerais	indireto	Variável	20.000,00
Depreciação	indireto	Fixo	16.541,67
Serviços terceirizados	indireto	Variável	13.470,99
TOTAL			812.646,51

Legenda: *MO: Mão de Obra

Valor médio de conversão de moeda no ano de 2022: 1 US\$ = 5.16 R\$ (IPEADATA, 2023).

Fonte: autores.

Na Tabela 2 estão apresentados os direcionadores e os critérios de escolha dos itens de custos indiretos de fabricação dos produtos. O setor administrativo é o único setor em que a mão-de-obra não está relacionada diretamente com o produto. Com isso, o direcionador tempo relaciona o tempo total mensal dos colaboradores para produzir os produtos, com custo de R\$ 28.253,59. São

necessários 13 funcionários operando nestas atividades. Já o valor médio do custo total por cada setor é o direcionador para os demais itens do fluxo de caixa, sendo obtidos de informações fornecidas pela empresa.

Tabela 2: Descritivo dos direcionadores, critério da escolha e valor pago mensalmente para os itens de custos indiretos da indústria de polpa congelada de frutas, referentes ao ano de 2022

DIRECIONADORES DOS CUSTOS INDIRETOS			
ITEM	DIRECIONADOR	CRITÉRIO DA ESCOLHA	CUSTO MENSAL (R\$)
MO* setor administrativo	Tempo	Custo varia de acordo com o tempo requisitado de mão-de-obra	28.253,59
Energia	Valor do custo total por setor	Utiliza o valor médio de gasto mensal de energia para cada atividade da indústria	70.849,63
Manutenção de equipamentos	Valor do custo total por setor	Utiliza o valor médio de gasto mensal de manutenção de equipamentos para cada atividade da indústria	15.524,40
Manutenção de infraestrutura	Valor do custo total por setor	Utiliza o valor médio de gasto mensal de manutenção de infraestrutura para cada atividade da indústria	6.455,46
Administrativo	Valor do custo total por setor	Utiliza o valor médio de gasto mensal do setor administrativo para cada atividade da indústria	17.057,38
Insumos gerais	Valor do custo total por setor	Utiliza o valor médio de gasto mensal de insumos gerais para cada atividade da indústria	20.000,00
Depreciação	Valor do custo total por setor	Utiliza o valor geral de aquisição do equipamento	16.541,67
Serviços terceirizados	Valor do custo total por setor	Utiliza o valor médio de gasto mensal de serviços terceirizados para cada atividade da indústria	13.470,99

Legenda: *MO: Mão-de-Obra
Fonte: autores.

Proporção de custos indiretos das atividades de cada setor da indústria

Na Tabela 3 estão apresentados os valores de proporcionalidades de custos totais para os direcionadores usados na discriminação dos itens de custos indiretos relacionados com os diferentes setores de produção (atividades) da indústria.

De acordo com Kabinlapat e Sutthachai (2016), a identificação das atividades pode ser um desafio, uma vez que os processos relacionados a uma indústria de alimentos consistem em muitas atividades interligadas entre si, complicando a sua mensuração. Por isso, este trabalho identificou as atividades baseando-se, assim como Kabinlapat e Sutthachai (2016), nos procedimentos operacionais dos setores de produção e consultando os colaboradores da fábrica na mensuração de custos das atividades.

Atividade do setor de recepção e processamento

O custo com mão-de-obra do setor administrativo é nulo (0%), ou seja, os funcionários do setor administrativos não atuam diretamente nesta atividade.

A energia gasta na atividade do setor de recepção e processamento é atribuída aos equipamentos de lavagem, sanitização, esteiras de seleção e controle de qualidade, equipamentos de corte e despolpa, além de bombas e outros utensílios elétricos, como painéis de controle e balança. Segundo levantamento feito pela empresa, este setor consome 40% do total de energia gasto na indústria para o funcionamento dos equipamentos, contemplando também os gastos de energia para tratamento e bombeamento de água, pois a empresa possui poços artesianos e todo o custo de consumo de água é dimensionado em gasto com energia elétrica.

A proporção de gastos com a manutenção de equipamentos de cada setor da indústria foi feita com base no valor dos equipamentos, com média de 1% do valor de cada equipamento, com exceção das câmaras frias que atingem altos valores, mas requerem recursos menores para manutenção básica das máquinas de frio, conforme Silva *et al.* (2024). Desta forma, o setor de recepção e processamento possui um conjunto de equipamentos que proporciona um custo total de manutenção de R\$ 4.967,80 mensais, o que equivale a 32,0% do total de gastos pela indústria com manutenção. Já a manutenção da infraestrutura deste setor foi considerada com um valor médio distribuído entre todos os cinco setores de produção da indústria, representando 20% do gasto total de manutenção da indústria, visto que o setor de transporte não requer infraestrutura de fábrica (Tabela 3).

Na composição de custos com insumos gerais, por ser um valor fixo, a fábrica considera este dispêndio como todos aqueles insumos necessários para o

funcionamento da empresa, mas que não são possíveis de mensurar detalhadamente. Neste caso, eles podem estar relacionados com insumos diversos da linha de processamento e também material de escritório, material de emergência, equipamentos de proteção individual (EPIs), etc. Desta forma, o gasto com insumos gerais foi distribuído igualmente entre todos os setores da indústria, com valor médio de 16,6% para cada setor da indústria.

Tabela 3: Valores de proporcionalidades para os direcionadores de custos totais em relação aos itens de custos indiretos por atividade dos diferentes setores da indústria de polpa congelada de frutas.

	ITENS DE CUSTOS	MO* setor administrativo	Energia	Manutenção de equipamentos	Manutenção de infraestrutura	Administrativo	Insumos gerais	Depreciação	Serviços terceirizados
	DIRECIONADORES	Tempo, h** (%)	Custo por setor (%)	Custo por setor (%)	Custo por setor (%)	Custo por setor (%)	Custo por setor (%)	Custo por setor (%)	Custo por setor (%)
ATIVIDADES	Setor de recepção e processamento	0,0%	40,0%	32,0%	20,0%	0,0%	16,6%	15,8%	16,6%
	Setor de preparo e envase	0,0%	10,0%	26,0%	20,0%	0,0%	16,6%	15,1%	16,6%
	Setor de armazenamento	0,0%	41,1%	38,5%	20,0%	0,0%	16,6%	67,7%	16,6%
	Setor de empacotamento e expedição	0,0%	0,5%	3,0%	20,0%	0,0%	16,6%	1,0%	16,6%
	Setor administrativo	100,0%	8,0%	0%	20,0%	100,0%	16,6%	0,0%	16,6%
	Setor de transportes	0,0%	0,0%	0%	0,0%	0,0%	16,6%	0,0%	16,6%

Legenda: *MO: Mão-de-Obra, h**: hora

O custo de depreciação é aplicado ao conjunto de equipamentos que operam em cada setor de processamento da indústria, sendo proporcional à quantidade e valor agregado dos aparelhos de cada setor. A depreciação foi calculada considerando uma perda anual de 10% de valor dos equipamentos, o que equivale a 0,83% ao mês. O valor de depreciação mensal dos equipamentos da indústria equivale a R\$ 16.541,67 (Tabela 1). O setor de recepção e processamento opera com 10 equipamentos que têm valor total de R\$ 315.000,00, cuja depreciação mensal resulta em um valor de R\$ 2.614,50, o que representa 15,80 % do valor da depreciação mensal dos equipamentos da indústria (Tabela 3).

Os serviços terceirizados se relacionam ao custo com descarte de resíduos, custo com laboratórios de análises, contabilidade, dedetizações, consultoria e despachantes, além de outros serviços não especificados pela empresa, mas que fazem parte de todas as atividades dentro da fábrica, assim como os mencionados anteriormente. Desta forma, este custo foi dividido igualmente para todas as atividades, ficando com uma proporção de 16,6% para cada atividade (tabela 3).

Atividade do setor de preparo e envase

O custo com mão-de-obra do setor administrativo para essa atividade é nulo (0%), ou seja, eles não atuam diretamente nesta atividade (Tabela 3).

Os custos com o consumo de energia do setor de preparo e envase estão relacionados com operações de bombeamento em tubulações e tanques, operações de dois tanques refrigerados com agitadores e cinco envasadoras elétricas. Apesar disso, é uma atividade que consome menos energia e menos água do que a anterior. Por isso, ele representa 10% do consumo total de energia da indústria, o que corresponde a R\$ 7.085,00 e corrobora os dados fornecidos pela contabilidade da empresa.

Os custos com a manutenção de equipamentos são de 1% do valor total dos equipamentos deste setor, equivalendo-se ao valor de R\$ 4.000,00, o que representa 26,0% do gasto total de manutenção. Já, na manutenção da infraestrutura utiliza-se uma média de 20% do valor total. Para os itens de dispêndios de insumos gerais e de serviços terceirizados, os gastos foram

igualmente distribuídos entre os setores, representando uma média de 16,6% (Tabela 3).

A atividade relacionada com o setor de preparo e envase contempla o uso de equipamentos avaliados em R\$ 300.000,00. Neste caso, com uma depreciação mensal de 0,83% obteve-se o valor de R\$ 2.490,00, o que equivale a 15,1%.

Atividade do setor de armazenamento

O custo com mão-de-obra do setor administrativo para essa atividade é nulo (0%), ou seja, eles não atuam diretamente nesta atividade (Tabela 3).

Os tuneis de congelamento de polpa operam em média 160 h por mês, durante o período de processamento diário, sendo os produtos colocados posteriormente em câmaras frias de estocagem. No entanto, as câmaras frias funcionam 24 h por dia durante o mês e sem oscilações de temperatura, o que representa 720 h.

De acordo com dados de empresas que comercializam este tipo de equipamento (GALLANT, 2024 e RESFRIAR, 2024), uma câmara fria de armazenamento ou congelamento do porte daquelas usadas na indústria (5,7 m x 5,4 m x 2,4 m, aproximadamente) possui um consumo médio entre 5,00 kWh e 15,00 kWh. Com isso, considerando as quantidades, as dimensões dos túneis e das câmaras e o tempo de estocagem ou de congelamento dos produtos, o cálculo do gasto energético de um túnel de congelamento foi considerado com o valor máximo de potência para esse tipo de equipamento, o que representa 2400 KW mensais. Para as câmaras frias foi utilizada uma média de potência de 10,00 kW. Desta forma, cada câmara gastou 7200 kW mensais.

O valor da tarifa convencional no estado do Espírito Santo em 2022 foi de R\$ 0,674 por kWh. Portanto, o gasto mensal de 3 túneis de congelamento foi de R\$ 4.852,80 e para 5 câmaras frias foi de R\$ 24.264,00, totalizando R\$ 29.116,80, o que representa uma proporção de 41,1% do gasto de energia da indústria (Tabela 3).

O custo mensal de manutenção das câmaras frias e túneis de congelamento obtido junto ao escritório de contabilidade da empresa foi de R\$ 5.974,40, o que equivale a 38,5% do gasto total de manutenção de equipamentos da indústria. Já, na manutenção da infraestrutura, utiliza-se uma média de 20% do valor total. Para os itens de dispêndios de insumos gerais e de serviços terceirizados, os gastos

foram igualmente distribuídos entre os setores, representando uma média de 16,6% (Tabela 3).

Esta atividade possui equipamentos avaliados em R\$ 1.350.000,00. Com isso, utilizando-se uma taxa de depreciação mensal de 0,83%, o valor de depreciação obtido é de R\$ 11.205,00, o que equivale a 67,7% do valor total de depreciação de equipamentos da indústria (Tabela 3).

Atividade do setor de empacotamento e expedição

O custo com mão-de-obra do setor administrativo para essa atividade é nulo (0%), ou seja, eles não atuam diretamente nesta atividade (Tabela 3).

O setor de empacotamento e expedição conta com apenas um equipamento elétrico (esteira empacotadora) além de balança e por isso, o gasto energético é baixo. Esta esteira funciona no momento em que é recebido o relatório do departamento de vendas com o pedido do cliente, desta forma, há empacotamento das polpas que são direcionadas para as câmaras de expedição onde aguardarão a expedição. Para essa atividade, o custo de energia foi considerado um percentual de 0,5% que equivale a R\$ 354,25 mensais.

A manutenção de equipamentos para esta atividade atinge um valor de R\$ 500,00, o que representa 3,0% do gasto total de manutenção. Já, na manutenção da infraestrutura utiliza-se uma média de 20% do valor total. Para os itens de dispêndios de insumos gerais e de serviços terceirizados, os gastos foram igualmente distribuídos entre os setores, representando uma média de 16,6% (Tabela 3).

Esta atividade envolve o uso de equipamentos avaliados em R\$ 20.000,00, cuja depreciação mensal (0,83%) atinge o custo de R\$ 166,00, o que equivale a 1% do custo total de manutenção (Tabela 3).

Atividade do setor administrativo

Nesta atividade utiliza-se 100% da mão-de-obra dedicada às ações de administração da fábrica, que, além dos responsáveis por compra, venda e relações humanas, estão engenheiros, pedreiros, vigias, faxineiras e

entregadores. O custo refere-se ao salário mensal total desses colaboradores que trabalham 160 h cada.

Os custos atribuídos ao setor administrativo são devidos às licenças com softwares, telefonia e internet, alguns serviços jurídicos, manutenção de computadores e ar condicionado, manutenção e depreciação de carros, aluguel, despesas com viagens e outras despesas do administrativo. O custo com administrativo equivale a 100% para essa atividade (Tabela 3).

Este setor não tem equipamentos que impactem no custo de manutenção (0%). Já, na manutenção da infraestrutura utiliza-se uma média de 20% do valor total. Para os itens de dispêndios de insumos gerais e de serviços terceirizados, os gastos foram igualmente distribuídos entre os setores, representando uma média de 16,6% (Tabela 3).

Atividade do setor de transportes

O custo com mão-de-obra do setor administrativo para essa atividade é nulo (0%), ou seja, eles não atuam diretamente nesta atividade (Tabela 3).

Os únicos itens de dispêndios relacionados com este setor são os insumos gerais e de serviços terceirizados, cujos gastos foram igualmente distribuídos entre os setores, representando uma média de 16, 6% (Tabela 3). Os gastos com energia, manutenção e depreciação de equipamentos, além de infraestruturas, não são vinculados com o setor de transportes, pois são atividades externas da fábrica. Entretanto, os equipamentos (carros e caminhões) que compõem este setor possuem manutenção atrelada à atividade do setor administrativo.

Custos diretos

Para que seja possível identificar o custo de fabricação dos produtos, tanto os custos diretos quanto os indiretos precisam ser identificados e mensurados a fim de entender o nível de importância de cada item na margem líquida final.

Os custos diretos dizem respeito àqueles itens de dispêndios que, de alguma forma, estão diretamente envolvidos na composição de custos dos produtos. São eles, matéria-prima, embalagem, impostos, mão-de-obra dos setores de recepção e processamento, preparo e envase, armazenamento, empacotamento e expedição e transportes.

O cálculo do custo direto com cada matéria-prima foi obtido pela multiplicação da quantidade processada na indústria e seu custo por tonelada. Já para o custo direto com embalagens considerou-se o rendimento de extração de polpa para determinar a quantidade de polpa processada e embalada pela indústria, determinando os gastos com embalagens por cada tonelada de polpa processada na indústria. Os gastos com impostos para cada tipo de polpa foram baseados na taxa média de 8,5% sobre a receita de venda de cada tipo de produto. Para o custo com mão-de-obra dos setores de produção, a folha de pagamento por tonelada de matéria-prima foi multiplicada ao total de matéria-prima que foi processada mensalmente na indústria.

Destaca-se que uma grande parte das polpas produzidas pela indústria foi obtida do processamento de frutas *in natura*, dentre elas o maracujá que foi avaliado na produção de safra e entressafra, além de abacaxi, cajá manga e morango. Porém, os processamentos de acerola, goiaba, graviola, manga e uva foram realizados tanto para frutas *in natura* quanto para a polpa congelada adquirida pela indústria. Já as polpas de açaí, amora, cacau, caju, laranja, tangerina, limão, cupuaçu, cajá mirim e pitanga foram obtidas como matérias-primas secundárias, ou seja, foram adquiridas na forma de polpa congelada. Neste caso, essas polpas não passaram pelos setores de recepção de processamento, não apresentando custos com mão-de-obra nestes setores.

O custo direto total de fabricação por tonelada de produto é obtido pelo somatório do custo direto de fabricação de cada tonelada de polpa.

Dentre os custos diretos, há destaque principal para a matéria-prima de todos os produtos. Segundo informações obtidas com o proprietário e também de acordo com os dados analisados, este custo representa a maior parte dos dispêndios do fluxo de caixa (Tabela 1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A alocação dos custos por atividade (Tabela 4) foi obtida com base nos valores de proporcionalidades para os direcionadores de custos totais em relação aos itens de custos indiretos por atividade dos diferentes setores da indústria (Tabela 3), conforme descrito na Equação 1.

$$C = P_{at} * CT/100 \quad (\text{Eq. 1})$$

No qual, C é o custo empenhado na atividade; Pat representa a proporção do recurso consumido pela atividade e CT é o custo total com o item de dispêndio.

Neste trabalho, considerou-se que o custo total por tonelada de matéria-prima relacionada com a atividade do setor de recepção e processamento de algumas matérias-primas não passam por essa atividade, sendo elas: açaí, cacau, caju, laranja, tangerina, limão, cupuaçu, cajá mirim e pitanga, pois a empresa adquire somente polpa congelada para ser envasada, totalizando 8,67 toneladas. Desta forma, os custos deste setor foram desconsiderados para estas matérias-primas, mas, para as demais matérias-primas que totalizaram 165,1 toneladas, o custo total por tonelada contemplou todas as atividades dos diferentes setores da fábrica (Tabela 4).

Tabela 4: Determinação do Custo Total, CT (R\$/t de matéria-prima) e dos Custos Indiretos (R\$) dos itens de dispêndios por atividades envolvidas com os diferentes setores da indústria de polpa congelada de frutas, referentes aos itens de dispêndios do ano de 2022.

	ITENS DE CUSTOS	MO* Setor administrativo (R\$)	Energia (R\$)	Manutenção equipamentos (R\$)	Manutenção infraestrutura (R\$)	Administrativo (R\$)	Insumos gerais (R\$)	Depreciação (R\$)	Serviços terceirizados (R\$)	CT (R\$/t*)
ATIVIDADES	Setor de recepção e processamento	0,00	28.453,67	4.992,77	1.291,09	0,00	3.333,33	2.624,61	2.245,17	274,65
	Setor de preparo e envase	0,00	7.113,42	4.056,63	1.291,09	0,00	3.333,33	2.500,02	2.245,17	124,40
	Setor de armazenamento	0,00	29.236,14	6.006,93	1.291,09	0,00	3.333,33	11.250,92	2.245,17	323,21
	Setor de empacotamento e expedição	0,00	355,67	468,07	1.291,09	0,00	3.333,33	166,11	2.245,17	47,60
	Setor administrativo	28.253,59	5.690,73	0,00	1.291,09	17.057,38	3.333,33	0,00	2.245,17	350,51
	Setor de transportes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.333,33	0,00	2.245,17	33,79
	TOTAL	28.253,59	70.849,63	15.524,40	6.455,46	17.057,38	20.000,00	16.541,67	13.470,99	1.139,59

Legenda: MO*: Mão-de-obra; t*: tonelada; MP: Matéria-prima, CT: Custo Total por tonelada de MP
 Valor de conversão de moeda para o ano de 2022: 1US\$ = 5,16 R\$ (IPEADATA, 2023)

Destaca-se que a discriminação do custo dos itens de dispêndios por atividades possibilitou o cálculo do valor por tonelada de matéria-prima, tendo em vista que ela é o principal ativo a ser transformado em produto final. Na Tabela 4, o maior valor de custo total por atividade é devido aos custos indiretos do setor administrativo, seguidos pela atividade do setor de armazenamento. Isso se dá devido aos custos com a mão-de-obra indireta e empenhos de recursos voltados para administração da fábrica que estão alocados apenas na atividade do setor administrativo, proporcionando o maior valor ao custo total por tonelada de matéria-prima processada. Já a atividade do setor de armazenamento conta com valores altos de energia, manutenção de equipamentos e depreciação, uma vez que possui os equipamentos mais onerosos da fábrica, refletindo no aumento do custo total por tonelada de matéria-prima.

Munaretto e Diedrich (2007) relatam que a metodologia de custeio por ABC possibilita que sejam definidos os valores de custeio das atividades de uma empresa, viabilizando a determinação da influência de cada atividade na composição das receitas da indústria.

A partir dos custos indiretos mensais por atividade (Tabela 4) foi possível realizar o cálculo do custo indireto de fabricação por produto para cada atividade (Tabela 5), de acordo com a Equação 2.

$$CA = \frac{X*Y}{M} \quad (\text{Eq. 2})$$

No qual, CA é o custo da atividade para cada produto (R\$); X é o custo total por tonelada de matéria-prima, para cada atividade (R\$/t); Y é a quantidade de matéria-prima (t) comprada por mês para a fabricação de cada produto e M é a quantidade total (t) de matéria-prima comprada por mês pela fábrica.

Finalmente foi obtido o valor total gasto com todas as atividades envolvidas no processamento de cada tonelada de produto, de acordo com a Equação 3.

$$VPF = \frac{\sum CA}{p} \quad (\text{Eq.3})$$

Em que, VPF é o valor total gasto por tonelada de produto final (R\$/t); CA é o custo da atividade por produto (R\$); e p é a quantidade de produto produzido (t).

Na Tabela 5, nota-se que, apesar de polpa de maracujá ser avaliada com custos diferenciados de matéria-prima para a safra e a entressafra, elas representam um único produto que possui o mesmo valor de custos indiretos para cada atividade de produção.

Tabela 5: Determinação dos custos indiretos por atividades de cada setor de fabricação e dos Custos Totais, CT (R\$/t) relacionados com os diferentes tipos de polpas de frutas, referentes aos itens de dispêndios do ano de 2022

Produtos	Setor de recepção e processamento (R\$)	Setor de preparo e envase (R\$)	Setor de armazenamento (R\$)	Setor de empacotamento e expedição (R\$)	Setor administrativo (R\$)	Setor de transportes (R\$)	CT (R\$/t*)
Polpa maracujá na safra	72,85	9,90	25,72	3,79	92,98	2,69	207,93
Polpa maracujá na entressafra	72,85	9,90	25,72	3,79	92,98	2,69	207,93
Polpa de abacaxi	32,31	10,25	26,62	3,92	41,24	2,78	117,13
Polpa de açaí	0,00	0,13	0,34	0,05	0,37	0,04	0,93
Polpa de acerola	44,46	17,12	44,48	6,55	56,75	4,65	174,02
Polpa amora	0,51	0,23	0,60	0,09	0,65	0,06	2,15
Polpa de cacau	0,00	0,36	0,94	0,14	1,02	0,10	2,56
Polpa de cajá manga	8,54	2,71	7,04	1,04	10,90	0,74	30,97
Polpa de caju	0,00	1,80	4,68	0,69	5,08	0,49	12,74
Polpa de goiaba	25,17	10,26	26,66	3,93	32,13	2,79	100,94
Polpa de graviola	40,86	12,03	31,26	4,60	52,16	3,27	144,19
Polpa de laranja	0,00	0,38	0,97	0,14	1,06	0,10	2,65
Polpa de manga	34,11	8,50	22,06	3,25	43,54	2,31	113,78
Polpa de morango	6,58	2,68	6,97	1,03	8,40	0,73	26,39
Polpa de tangerina	0,00	0,18	0,47	0,07	0,13	0,05	0,89
Polpa de uva	3,21	1,45	3,78	0,56	4,10	0,39	13,49
Polpa limão	0,00	1,20	3,11	0,46	3,38	0,33	8,47
Polpa cupuaçu	0,00	1,40	3,63	0,53	3,93	0,38	9,86
Polpa cajá mirim	0,00	1,11	2,87	0,42	3,12	0,30	7,82
Polpa pitanga	0,00	0,17	0,43	0,06	0,47	0,05	1,17

Legenda: t*: tonelada, MP: Matéria-prima, CT: Custo Total por tonelada de MP.

Average currency conversion value for the year 2022: 1 US\$ = 5.16 R\$ (IPEADATA, 2023).

Os valores de custos indiretos por atividades de produção variaram expressivamente entre as diferentes matérias-primas, alcançando o custo total mais alto para a polpa de maracujá (Tabela 5). Importante destacar que os custos por atividades envolvidas com os setores de preparo e envase, armazenamento, empacotamento e expedição e de transportes contemplam todos os itens de dispêndios para a produção de todos os tipos de polpas da indústria, incluindo as matérias-primas utilizadas para a extração de polpa e também as matérias-primas secundárias obtidas a partir da aquisição de polpa congelada pela indústria. No entanto, o fator que mais impacta na diferença de custos por atividades envolvidas no processamento de cada tipo de polpa é relacionado com o rendimento de extração de polpa das frutas, uma vez que ele influencia na quantidade efetiva de polpa que será processada na indústria. Desta forma, o valor total obtido pela Eq. 2 deve ser multiplicado pelo rendimento de polpa, como por exemplo, no caso do processamento de goiaba que tem rendimento de extração de 90% de polpa, quantidade que efetivamente será utilizada como produto pela indústria.

As polpas de açaí, cacau, caju, laranja, tangerina, limão, cupuaçu, cajá mirim e pitanga, não oneram a atividade de recepção e processamento, pois estas matérias-primas são compradas pela fábrica como polpa congelada (matéria-prima secundária) e vão direto para o setor de preparo e envase.

O custo total por tonelada de matéria-prima leva em consideração o rendimento de polpa de cada produto, pois o dispêndio com matéria-prima contempla a carga total das frutas utilizadas pela indústria. Por exemplo, no processamento de 43,8 t de maracujás que são compradas pela indústria ocorre normalmente um rendimento de extração da ordem de 30%, o que permite a produção de 13,14 t de polpa. No caso do abacaxi, as 19,43 t de frutas compradas pela indústria possibilitam a obtenção de 13,6 t de polpa (70% de rendimento). Desta forma, o custo indireto por atividade para a produção de polpa de maracujá é maior que para a polpa de abacaxi (Tabela 5). Ou seja, os dois tipos de frutas passam pelas mesmas atividades de todos os setores de produção da indústria como matérias-primas primárias (frutas *in natura*), porém a carga de maracujás que passa no setor de recepção e processamento é mais do que o dobro da carga de abacaxis, onerando mais intensamente o custo total para a polpa de maracujá.

Vale ressaltar que esse resultado não significa que o custo total de fabricação dessas polpas indicará que o abacaxi dá menos lucro que o maracujá ou vice-versa, pois não foram considerados ainda os custos diretos.

O custo total de fabricação dos produtos, envolvendo os custos diretos e indiretos (por atividade) está apresentado na Tabela 6. Ele se dá através do somatório dos custos diretos e dos custos indiretos por atividade.

Os custos diretos representam a maior parte do custo total do produto (Tabela 6). Isso se dá porque a matéria-prima é o item de dispêndio mais oneroso da indústria de polpa de frutas, seguido por dispêndios com mão-de-obra (Silva et al., 2024).

Segundo De Ferreira e Leite (2022), o custo direto relacionado com matéria-prima é mais alto que o custo indireto total de fabricação do produto, o que demonstra o impacto que a matéria-prima tem nos projetos e a dificuldade de reduzir custos de fabricação nas empresas, quando os custos diretos são difíceis de controlar.

O custo total por tonelada de polpa de maracujá adquirido na entressafra pode alcançar o triplo do valor gasto com a polpa de abacaxi, graviola e acerola, por exemplo, que são frutas *in natura* processadas na indústria (Tabela 6). O produto obtido da polpa de pitanga, que é comprado de outras indústrias na forma de polpa congelada, apresenta o segundo maior custo entre as polpas processadas na indústria. Porém ele possui o menor custo indireto de fabricação, com uma proporção CI/CD de 0,01%.

A polpa de manga apresentou a maior proporção de custos CI/CD, sendo quatro vezes maior do que aquela obtida para a polpa de maracujá obtido de frutos comprados na safra de produção agrícola. Isto ocorre porque, embora os custos indiretos de produção sejam maiores para o maracujá, o seu rendimento de obtenção (30%) é menor do que o rendimento de obtenção de polpa de manga (55%), tornando os custos diretos de produção muito superiores aos da polpa de manga (Tabela 6).

Tabela 6: Determinação dos custos diretos (CD), custos indiretos (CI), proporção CI/CD (%) e custos totais (R\$/t) de fabricação dos produtos da indústria de polpa congelada de frutas, referentes aos itens de dispêndios do ano de 2022

Produtos	Custos diretos (R\$)	Custos indiretos (R\$)	Proporção CI*/CD* (%)	Custo Total (R\$/t*)
Polpa maracujá na safra	15.802,64	207,93	1,32	16.010,57
Polpa maracujá na entressafra	19.203,65	207,93	1,08	19.411,59
Polpa de abacaxi	5.973,84	117,13	1,96	6.090,97
Polpa de açaí	4.913,10	0,93	0,02	4.914,03
Polpa de acerola	5.819,65	174,02	2,99	5.993,67
Polpa amora	8.902,65	2,15	0,02	8.904,80
Polpa de cacau	2.625,93	2,56	0,10	2.628,49
Polpa de cajá manga	5.065,52	30,97	0,61	5.096,49
Polpa de caju	2.041,43	12,74	0,62	2.054,17
Polpa de goiaba	2.698,76	100,94	3,74	2.799,70
Polpa de graviola	6.572,30	144,19	2,19	6.716,49
Polpa de laranja	2.756,52	2,65	0,10	2.759,17
Polpa de manga	2.795,94	113,78	4,07	2.909,72
Polpa de morango	2.998,27	26,39	0,88	3.024,66
Polpa de tangerina	1.457,39	0,89	0,06	1.458,28
Polpa de uva	6.282,39	13,49	0,22	6.295,88
Polpa limão	4.195,60	8,47	0,20	4.204,07
Polpa cupuaçu	4.310,08	9,86	0,23	4.319,95
Polpa cajá mirim	5.607,73	7,82	0,14	5.615,55
Polpa pitanga	9.591,20	1,17	0,01	9.592,37

Legenda: t*: tonelada; CI*: Custo indireto; CD*: Custo direto.

Valor médio de conversão de moeda no ano de 2022: 1 US\$ = 5.16 R\$ (IPEADATA, 2023).

Fonte: autores.

Na Tabela 7 estão apresentados os dados demonstrativos de resultados relativos aos lucros obtidos após a análise de custeio ABC para os diferentes tipos de polpa congelada de frutas. Destacam-se os resultados de receita total para cada tipo de polpa e o seu custo total de fabricação, obtendo-se, por diferença entre eles, o lucro mensal de cada produto. A porcentagem de margem líquida de lucro de cada tipo de polpa é calculada pela proporção entre o lucro mensal de cada polpa em relação à receita total da indústria.

Para o cálculo do lucro mensal utilizou-se a receita de venda de cada tipo de polpa. O preço de venda é o fator que mais garante a competitividade de mercado, servindo como estratégia comercial da indústria em relação às

empresas concorrentes. Neste caso, as margens líquidas de lucro de cada polpa podem ser negociadas para aumentar a viabilidade de negócio. É possível observar na Tabela 7 que a polpa de maracujá na entressafra é menos lucrativa que na safra, mesmo estando as duas com margem líquida negativa. Isso se dá, pois o custo direto de fabricação do maracujá, principalmente relacionado à matéria-prima, é maior na entressafra do que na safra. De acordo com a Associação Brasileira das Centrais de Abastecimento (2024) o maracujá pode ter uma queda de 35% do preço na safra, em relação à entressafra.

O produto com a maior margem líquida para 2022 é a polpa de morango, que, apesar de ter uma receita por tonelada de produto menor que a polpa de maracujá, ele apresenta um rendimento de 90% de extração de polpa, bem maior que a do maracujá (30%). A polpa de manga, por sua vez, apresentou uma margem líquida de 6,72% possuindo um rendimento de extração de 55%.

Tabela 7: Demonstrativos de resultados da Receita Total (RT), Custo Total de Fabricação (CTF), Lucro Mensal (LM) e porcentagem de Margem Líquida (LM/RT) de cada polpa em relação à Receita Total da indústria, referentes aos itens de dispêndios do ano de 2022

Produto	Receita/t* (R\$)	Receita Total (R\$)	Custo Fabricação/t* (R\$)	Custo Total Fabricação (R\$)	Lucro Mensal (R\$)	Margem Líquida (%)
Polpa maracujá na safra	13.851,81	178.390,77	16.010,57	206.192,40	-27.801,63	-3,09
Polpa maracujá na entressafra	13.851,81	178.390,77	19.411,59	249.992,40	-71.601,63	-7,97
Polpa de abacaxi	6.529,09	45.596,32	6.090,97	42.536,67	3.059,65	0,34
Polpa de açaí	12.288,19	3.892,90	4.914,03	1.556,76	2.336,14	0,26
Polpa de acerola	7.030,11	86.703,68	5.993,67	73.921,02	12.782,65	1,42
Polpa amora	16.342,00	5.187,77	8.904,80	2.826,83	2.360,94	0,26
Polpa de cacau	8.240,14	10.302,51	2.628,49	3.286,35	7.016,16	0,78
Polpa de cajá manga	7.390,40	18.353,32	5.096,49	12.656,62	5.696,70	0,63
Polpa de caju	6.386,34	42.590,05	2.054,17	13.699,13	28.890,92	3,21
Polpa de goiaba	5.748,86	75.804,42	2.799,70	36.916,89	38.887,53	4,33
Polpa de graviola	9.013,75	98.511,92	6.716,49	73.405,00	25.106,93	2,79
Polpa de laranja	8.313,02	10.702,33	2.759,17	3.552,21	7.150,12	0,80
Polpa de manga	6.346,52	111.492,64	2.909,72	51.116,64	60.376,00	6,72
Polpa de morango	10.467,51	140.720,02	3.024,66	40.661,96	100.058,06	11,13
Polpa de tangerina	6.819,53	11.020,47	1.458,28	2.356,61	8.663,86	0,96
Polpa de uva	8.937,44	17.087,35	6.295,88	12.036,99	5.050,37	0,56
Polpa limão	7.371,05	11.719,60	4.204,07	6.684,25	5.035,34	0,56
Polpa cupuaçu	8.014,34	14.840,82	4.319,95	7.999,60	6.841,22	0,76
Polpa cajá mirim	8.308,04	12.196,06	5.615,55	8.243,53	3.952,53	0,44
Polpa pitanga	17.360,03	3.817,47	9.592,37	2.109,36	1.708,11	0,19
Total		898.930,43				28,19 ^{MLT**}
						33,06 ^{MLT***}

Legenda: t*: tonelada; ^{MLT**}: Margem Líquida Total considerando entressafra do maracujá; ^{MLT***}: Margem Líquida Total considerando safra do maracujá. Valor médio de conversão de moeda no ano de 2022: 1 US\$ = 5.16 R\$ (IPEADATA, 2023).

Os dados apresentados na Tabela 7 são referentes ao fluxo de caixa do ano de 2022. Neste caso, os valores dependem de vários fatores como, por exemplo, os efeitos de safra e entressafra e a quantidade total de matéria-prima processada na indústria. Segundo Silva et al (2024), o aumento da quantidade de matéria-prima processada reduz a capacidade ociosa da indústria e aumenta os seus índices de desempenho econômico. Neste contexto, a margem líquida de lucro para os produtos pode ser alterada em função da capacidade ociosa de processamento, sendo que em condições de produção com grande capacidade ociosa da indústria podem ocorrer receitas insuficientes para cobrir os custos de produção (RICHARTZ e BORGERT, 2014).

Destaca-se neste trabalho que a polpa de maracujá é um produto que dá prejuízo quando vendido separadamente (margem líquida negativa), mas a indústria considera que esta polpa tem um apelo de competitividade para o mercado de polpas congeladas de frutas, contudo, no cenário geral a empresa opera com margem líquida de lucro positiva, alcançando até 33,06% na época da safra do maracujá (Tabela 7).

Existem estratégias de precificação por linhas de produtos. Cogan (1999) defende que na metodologia de preço cativo o objetivo é obter lucro maior com a venda de produtos complementares, ou seja, com preços mais elevados do que com os produtos básicos (com preços relativamente baixos), maximizando o lucro da linha de produção. Além disso, outra prática é a de preço isca e líder, que visa oferecer determinado produto muito desejado pelo cliente a um preço baixo, para assim direcioná-lo à aquisição de um grupo de outros produtos.

Quesado e Silva (2021) entendem que o método de custeio ABC foi melhorado ao longo dos anos e hoje em dia permite uma visão estratégica da empresa com o objetivo de identificar as potencialidades e os pontos fracos, refletindo na dinâmica organizacional. Isso pode ser observado nesse estudo de forma que, com os resultados, fica claro a abordagem utilizada pelo empresário para obter lucro no panorama geral, mas, além disso, ele fornece informações suficientes para mudança de estratégia, caso seja necessária.

CONCLUSÕES

A aplicação do método de custeio ABC permitiu uma compreensão minuciosa dos custos envolvidos na fabricação dos produtos da indústria de polpa congelada de frutas. Os resultados revelaram que os custos diretos, especialmente relacionados à matéria-prima, representam aproximadamente 51% dos custos totais de produção. Além disso, a alocação dos custos indiretos por atividade evidenciou a importância do setor administrativo e do setor de armazenamento que representaram 55% dos custos indiretos totais da indústria, este último impactado principalmente pelo consumo de energia. No entanto, a proporção entre custos indiretos e custos diretos foi muito baixa, alcançando 4,07% no processamento de polpa de manga e 0,01% no processamento de polpa de pitanga. Isto pode ser atribuído ao grande impacto de custos da matéria-prima na composição de custos totais da indústria.

Os direcionadores de custeio ABC usados nesse trabalho foram eficientes para mostrar a realidade de margem de lucro de cada tipo de polpa da indústria. Entretanto, os valores foram obtidos com dados do fluxo de caixa do ano de 2022, podendo ser alterados pelos gastos com matéria-prima, quantidade processada, custo de energia, além do custo com a mão-de-obra e valor de mercado dos produtos, influenciando na lucratividade de cada produto.

A influência da sazonalidade na lucratividade da indústria foi destacada no processamento de polpa de maracujá. A análise da margem líquida revelou que, embora alguns produtos possam apresentar prejuízos isolados, como é o caso do maracujá, que apresentou margens líquidas de -3,09% (safra) e -7,97% (entressafra), a estratégia global da empresa de manter a competitividade no mercado demonstra ser eficaz, uma vez que a margem líquida total permanece positiva (33,06% na safra do maracujá e 28,19% na entressafra).

REFERÊNCIAS

ABRAFRUTAS. Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. 2020. Disponível em: <https://abrafrutas.org/>, acesso em 02 dez 2022.

ARORA, A.; BANERJEE, J.; VIJAYARAGHAVAN, R.; MACFARLANE, D.; PATTI, A. F. Process design and techno-economic analysis of an integrated mango processing waste bio refinery. *Industrial Crops & Products*. v. 116, p. 24-34, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.02.061>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS CENTRAIS DE ABASTECIMENTO. 2024. Disponível em: <https://abracen.org.br/>, Acesso em: 27 de Jan de 2024.

BLOCHER, E. J.; CHEN, K. H.; COKINS, G.; LIN, T. W. *Gestão Estratégica de Custos*. 3a. ed. São Paulo: McGraw Hill, 2007.

BORNIA, A. C. *Análise Gerencial de Custos*. São Paulo: Bookman, 2002.

BRAGA, D. P. G.; BRAGA, A. X. V.; SOUZA, M. A. Gestão de Custos, Preços e Resultados: um Estudo em Indústrias Conserveiras do Rio Grande do Sul. *Journal of Accounting, Management and Governance*, v. 13, n.2, 2010

COGAN, S. *Custos e Preços: formação e análise*. São Paulo: Pioneira, 1999

DE FERREIRA, A. S.; LEITE, M. S. A. Aplicação do método ABC para mensuração dos custos de produção em uma indústria de alimentos. *ABCCustos*, v. 17, n. 1, p. 30-55, 2022

DWIVEDI, R.; CHAKRABORTY, S. An Activity Based Costing Model for a Food Processing Industry. *International Journal of Innovative Research and Development*, v. 3, n. 12, 2014.

EVERETT, J.; & WATSON, J. Small business failure and external risk factors. *Small business economics*, v. 11, n. 4, p. 371-390, 1998

GALLANT, 2024. Disponível em: <https://gallant.vc/camara-fria/>. Acesso em: 02 de março de 2024

GODE, M. O.; EKERGIL, V. Designing an Activity-Based Costing Method for Food and Beverage Businesses: A Determination of Activities. *Travel and Tourism: Sustainability, Economics, and Management Issues*. 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-10-7068-6_6

GOMES, *Elaboração e análise de viabilidade econômica de projetos*. 2022. São Paulo: Editora Atlas, 2013, 176p.

HAROUN, A. E. "Maintenance cost estimation: application of activity-based costing as a fair estimate method", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 21 n. 3, p. 258-270, 2015, <https://doi.org/10.1108/JQME-04-2015-0015>

IPEADATA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2023). *Taxa de Câmbio Anual*. <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=31924>.

KABINLAPAT, P.; SUTTHACHAI, S. An application of activity-based costing in the chicken processing industry: a case of joint products. *International Food and Agribusiness Management Review*, v. 20, n. 1, 2017, DOI: 10.22434/IFAMR2016.0017

KALDIRIM1, Z.; KALDIRIM, Y. Implementation of activity-based costing and activity-based variance analysis in food industry. *Journal of Research in Business*, v. 5, n. 2, p. 174-192, 2020. DOI: 10.35333/JRB.2020.280

MUNARETTO, L. F.; DIEDRICH, M. Custeio variável integrado ao custeio baseado em atividades: estudo de caso em indústria de embalagem para presentes. *Revista Universo Contábil*. v. 3, n. 1, p. 70-86, 2007

QUESADO, P.; SILVA, R. Activity-Based Costing (ABC) and Its Implication for Open Innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. v. 7, n. 41, 2021 <https://doi.org/10.3390/joitmc7010041>

RESFRIAR, Refrigeração, Engenharia e Tecnologia. 2024. Disponível em: [https://resfriarcamarafria.com.br/#:~:text=1\)%20Qual%20%C3%A9%20a%20m%C3%A9dia,se%20comparado%20aos%20nossos%20concorrentes](https://resfriarcamarafria.com.br/#:~:text=1)%20Qual%20%C3%A9%20a%20m%C3%A9dia,se%20comparado%20aos%20nossos%20concorrentes). Acesso em: 02 de março de 2024

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. *Análise Econômica e Social de Projetos Florestais*. Editora UFV. Terceira edição. Viçosa-MG. p. 385. 2013.

RICHARTZ, F.; BORGERT, A. O comportamento dos custos das empresas brasileiras listadas na BM&FBOVESPA entre 1994 e 2011 com ênfase nos sticky costs. *Contaduría y Administración*, v. 59, n. 4, p. 39-70, 2014. [https://doi.org/10.1016/S0186-1042\(14\)70154-8](https://doi.org/10.1016/S0186-1042(14)70154-8)

SILVA, L.M.; RIBEIRO, A.C.; RESENDE, E.D. Economic feasibility analysis of a frozen fruit pulp industry. *Revista de Economia e Agronegócio*, (submitted), Fevereiro de 2024

VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA INDÚSTRIA DE POLPA DE FRUTAS OPERANDO COM LINHAS DE PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS

Lucas Martins da Silva

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), E-mail: lucasmartinsdasilvalms@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0862-7863

Alcimar das Chagas Ribeiro

Graduado em Ciências Econômicas (Faculdades Integradas Bennett) e Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Professor do Curso de Engenharia de Produção da UENF, E-mail: alcimar@uenf.br, ORCID: 0000-00027954-7118

Eder Dutra de Resende

Graduado em Engenharia de Alimentos pela UFV e Doutor em Engenharia Química pela UNICAMP. Professor do Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), E-mail: eresende@uenf.br, ORCID: 0000-0001-5329-2295

Reproduzido com permissão:

Da Silva, L. M.; Ribeiro, A. C; De Resende, E. D. (2024). VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA INDÚSTRIA DE POLPA DE FRUTAS OPERANDO COM LINHAS DE PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS. Artigo submetido para publicação.

RESUMO

O aumento da produção e industrialização de frutas no Brasil ampliou a geração de resíduos, proporcionando impactos ambientais, mas com perspectivas de avanços tecnológicos e econômicos significativos. É o caso de cascas e sementes de maracujá e de outras frutas, com desperdício que pode chegar a 67% da matéria-prima utilizada na indústria de sucos. O objetivo desse trabalho foi avaliar a viabilidade econômica do aproveitamento de resíduos de maracujá considerando 14 cenários de processamento na indústria, incluindo a produção de polpas de frutas, farinha de albedo da casca, pectina, sementes secas, óleo de semente e torta desengordurada. As análises dos fluxos de caixa projetados, realizadas através dos indicadores Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRm) e Payback mostraram que todos os cenários apresentaram resultados positivos com $TIR > TMA$ e $TIRm > TMA$, indicando viabilidade econômica para o empreendimento. O cenário no qual a indústria de polpa congelada de frutas opera somente com a linha de processamento de resíduos de cascas proporcionou o melhor resultado para os indicadores econômicos. Ao contrário, quando a indústria opera apenas com a linha de aproveitamento de sementes ocorreu uma pequena redução dos índices de VPL, TIR e TIRm, com aumento do tempo de payback. Entretanto, o cenário com maior VPL foi aquele que teve, além da produção de polpas e pectina, a produção de sementes secas, o que mostra a viabilidade econômica do processamento integral do maracujá, tendo uma maior rentabilidade e sustentabilidade. O preço de venda da pectina, apesar do baixo rendimento de extração, pode ter sido um fator de influência positiva nos índices econômicos. Esses resultados demonstraram que o aproveitamento de resíduos de maracujá pode não apenas reduzir o impacto ambiental da indústria, mas também contribuir para sua sustentabilidade econômica.

Palavras-chave: indicadores econômicos, coprodutos, rentabilidade, sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A grande produção e industrialização de frutas no Brasil ampliou a geração de resíduos com grandes impactos ambientais, mas também com perspectivas de avanços tecnológicos e econômicos na obtenção de seus coprodutos. O desperdício de alimentos está relacionado às perdas pós-colheita de frutas e hortaliças e ao descarte de materiais residuais após o processamento da matéria-prima na indústria. Por exemplo, durante o processamento de polpa de maracujá, cascas e sementes não são vistas como o produto principal e são descartadas da linha de processamento. No entanto, existe um potencial tecnológico e nutricional nestas partes e que podem ser amplamente aproveitados (DIAS et al., 2011; GIRELLI et al., 2020).

A indústria de polpas de frutas representa bem a necessidade do aproveitamento de resíduos devido ao grande volume de descarte desses materiais. Segundo Coelho et al. (2017), cerca de 54 mil toneladas de resíduos, como sementes e cascas, são geradas por ano a partir da industrialização do maracujá no Brasil. No entanto, outros trabalhos afirmam que esse desperdício é ainda maior. Para Oliveira e Resende (2012), o estudo de alternativas para o aproveitamento de resíduos de maracujá é de extrema importância devido ao grande volume descartado, que chega a atingir 67% da matéria-prima utilizada no processamento de suco.

Conforme Pimentel et al. (2009), os maracujás destinados à indústria de polpa de frutas representam 40% da produção brasileira da fruta. Desta forma, para cada 1000 toneladas de maracujás produzidos existem 400 toneladas que seriam destinadas para a produção de suco, gerando 67% de resíduos durante o processamento, alcançando em torno de 268 toneladas de cascas e sementes que seriam descartados. Sabe-se, entretanto, que esses resíduos possuem propriedades tecnológicas de grande interesse para a indústria. O albedo, por ser rico em pectina, possui características espessantes e pode ser aplicado em diversos produtos, como os dos setores da indústria de doces (CÓRDOVA et al., 2005). Já as sementes são interessantes para a extração de um óleo rico em

ácidos graxos insaturados, com aplicações nas indústrias de cosméticos e de alimentos (REGIS et al., 2015).

O aproveitamento de resíduos nas indústrias de polpa de maracujás se relaciona, principalmente, a capacidade de beneficiamento da casca e das sementes. A farinha de maracujá é obtida a partir da casca da fruta, após a remoção do flavedo e separação do albedo (OLIVEIRA e RESENDE, 2012). Esta farinha é um importante ingrediente para a indústria de produtos naturais, considerando que muitos estudos a associam com a redução de riscos de doenças crônicas (LIU et al., 2000; JUNQUEIRA-GUERTZENSTEIN e SRUR, 2002; JANEIRO et al., 2008; GALISTEO et al., 2008). O aproveitamento das sementes também possui um potencial econômico e tecnológico imenso em se tratando, principalmente, da utilização para extração do óleo (REGIS et al., 2015). Este óleo é fonte de ácidos graxos insaturados, principalmente, o ácido linoleico (ômega 6) e possui outros compostos como ácidos graxos saturados, minerais e vitaminas, todos com aplicações úteis na indústria de cosméticos, farmacêutica e de alimentos (SANTOS et al., 2019).

Com a crescente necessidade de aproveitamento de resíduos nas indústrias de processamento de maracujá, aliado à potencialidade tecnológica desses materiais, uma robusta análise de viabilidade econômica se mostra necessária a fim de garantir sucesso no empreendimento de processamento desses resíduos. De acordo com Buarque (1991), uma análise de viabilidade econômica de um projeto tem o principal objetivo de simular os efeitos de oscilações de preços, tanto da matéria-prima, quanto do produto industrializado.

As estimativas de investimento e custos são, dentro do planejamento financeiro, uma das partes mais complexas da elaboração do projeto, seja de uma empresa em sua totalidade ou de um seguimento dentro dela. Estas estimativas reúnem a mão-de-obra, matéria-prima, comercialização, custos fixos com equipamentos, marketing, etc. (GOMES, 2013).

Adamu et al (2023) fizeram uma avaliação da viabilidade econômica de produção de bioenergia a partir de biomassa de resíduos de frutas. Eles entendem que, apesar dos inúmeros benefícios para o meio ambiente, o progresso tecnológico para essa produção é limitado e dentre os resultados encontrados de uma forma geral, há desafios pouco elucidados em questões técnico-econômicas.

Avaliações tecnológicas e econômicas foram aplicadas no trabalho de McDonald et al (2023) para verificar a sinergia entre a produção de tomate e cânhamo e a recuperação de resíduos industriais. Para cada cultura foram comparados dois cenários, sendo um cenário linear com o uso da matéria-prima sem a recuperação dos resíduos e o cenário circular em que recolhiam os resíduos da indústria e reciclavam. O Valor Presente Líquido (VPL) foi utilizado para avaliar a viabilidade econômica dos cenários, com Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 6%. A análise mostrou que as condições operacionais do cenário circular puderam reduzir o ponto de equilíbrio do preço de venda dos produtos.

Em trabalho prévio conduzido por Silva et al. (2024a) foi realizado um estudo de viabilidade econômica de uma indústria que opera com 23 tipos de polpas congeladas de frutas. O trabalho avaliou diferentes cenários de capacidade operacional (CO) da indústria e seu efeito sobre os indicadores de Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Payback, notando que, mesmo em condições com baixa capacidade operacional (CO 33%), a indústria apresenta indicadores econômicos positivos. Além disso, o estudo contemplou os efeitos de rendimento de extração de polpas que impactam no fluxo de caixa da indústria, visto que algumas matérias-primas que são adquiridas por alto custo no mercado têm baixo rendimento de extração de polpa, e, consequentemente, apresentam um alto conteúdo de resíduos de cascas e sementes, como é o caso do maracujá que pode alcançar até 70% de resíduos.

A agregação de valor a esses resíduos que são descartados pela indústria pode impactar nos indicadores econômicos da indústria de polpa congelada de frutas, pois o custo de aquisição da matéria-prima é o principal item de dispêndio do fluxo de caixa da empresa, conforme observado por Silva et al. (2024b).

O beneficiamento de resíduos de cascas e sementes de maracujá é baseado em tecnologias inovadoras que permitem a separação do albedo da casca e a purificação de sementes a partir dos resíduos de extração de polpa (RESENDE e OLIVEIRA, 2020). Essas tecnologias utilizam o princípio de separação por diferença de densidade dos componentes dos resíduos e possibilitam o processamento de grandes volumes produzidos diariamente na indústria. A farinha do albedo da casca pode ser utilizada como suplementos naturais de fibras ou aplicada como espessante na formulação de produtos alimentícios, servindo também como matéria-prima para extração de pectina aplicada como

agente espessante e geleificante (SILVA e RESENDE, 2023). As sementes podem ser usadas diretamente na formulação de produtos alimentícios, como doces e sorvetes, ou servir como matéria-prima para extração de óleo de interesse para a indústria de alimentos e produtos cosméticos (OLIVEIRA et al., 2011, REGIS et al., 2015).

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo de viabilidade econômica de uma indústria de polpa congelada de frutas que opera com linhas de processamento de resíduos de cascas e sementes de maracujá, procurando identificar o impacto do aproveitamento dos resíduos sobre os indicadores de Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRm) e Payback do investimento da indústria. O trabalho aborda os diferentes cenários de processamento dos resíduos, considerando os dispêndios de montagem e operação das linhas de processamento para purificação de componentes de resíduos, com vistas à obtenção de coprodutos de farinha do albedo da casca e a purificação de sementes do resíduo de polpa. Outros cenários consistem também em linhas de processamento para extração de pectina da casca e extração de óleo das sementes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Fonte de dados

Os dados deste trabalho foram coletados em uma indústria de médio porte que processa 23 tipos de frutas para a produção de polpas congeladas. A indústria trabalha também com uma linha de processamento de sementes para extração de óleo, mas está se organizando para montar uma linha de processamento de cascas de maracujás.

A fábrica possui 47 colaboradores divididos por setores, processando em média 165,1 t de matéria-prima por mês, porém a indústria possui uma capacidade máxima de processamento de 500 t mensais. Neste estudo, foi discriminado o processamento de maracujá-amarelo (MPM) e o conjunto de outras frutas (OMP), considerando a operação da fábrica em sua capacidade máxima de processamento.

As informações para compor os coeficientes técnicos foram obtidas junto com o empresário bem como com os colaboradores da empresa. Além disso, foi realizada uma observação técnica do processamento efetivo de maracujá-amarelo e outras polpas na produção final e expedição de polpa congelada. Os dados de dispêndios e receitas foram fornecidos pelos colaboradores responsáveis pelo escritório de contabilidade da empresa, referentes ao fluxo de caixa mensal ao longo do ano de 2022, sendo feitas modificações dos cenários de processamento para permitir as análises dos indicadores econômicos.

Durante o processamento de polpa é importante observar que há uma perda de matéria-prima (maracujá) nas etapas de pré-seleção e seleção. Essa perda reflete na quantidade total de maracujá selecionado para o processamento. De acordo com dados fornecidos, ela gira em torno de 10% do total de maracujá que chega na fábrica.

Além do maracujá, que representou 26,5% de matéria-prima *in natura* comprada pela indústria no ano de 2022, a empresa também processou 15,6% de acerola, 14,6% de graviola, 12,1% de manga, 11,8% de abacaxi, 9% de goiaba, 3,1% de cajá-manga, 2,4% de morango, 1% de uva e 0,2% de amora. Porém, o rendimento de extração varia dependendo da matéria-prima; por exemplo, o abacaxi tem 70% e a acerola 85% de rendimento de extração de polpa.

O estudo considerou uma condição de processamento na capacidade operacional (CO) máxima de 99%, que equivale a 495,3 t de matérias-primas processadas na indústria, conforme descrito no trabalho de Silva et al. (2024a). Isso representa o processamento de 142,9 t de maracujás (MPM) e 352,5 t de outras matérias-primas (OMP), equivalendo, respectivamente, a um aumento de 60% e 140% das quantidades processadas regularmente no ano de 2022.

Este trabalho utilizou os dados do fluxo de caixa da indústria de polpa congelada de frutas, descritos por Silva et al (2024a), e agregou os dados de novos fluxos de caixa relativos às linhas de processamento de resíduos de cascas e sementes, tendo como referência o levantamento de itens de dispêndios relativos à construção, montagem e operação das linhas de processamento, bem como a estimativa de receitas obtidas com os coprodutos obtidos do processamento de cascas e sementes. Além disso, o custo com insumos fixos, embalagens, serviços terceirizados, administrativo, impostos relacionam-se à quantidade de produtos produzidos, conforme metodologia utilizada por Silva et al. (2024a). A análise

econômica foi baseada na CO máxima da indústria, visto que a planta piloto de processamento de resíduos foi projetada para uma CO de 5 t/h, ou seja, esta quantidade de resíduos de maracujás é obtida quando a indústria de polpa trabalha com CO máxima.

2.2 Linhas de processamento de resíduos

As linhas de processamento de resíduos de maracujá foram projetadas para atender ao processamento mensal de 128,6 t de frutos, considerando uma perda de 10% na etapa de pré-seleção e controle de qualidade dos frutos na indústria (Silva et al., 2024a). Segundo dados levantados por Talma et al. (2019), os resíduos de cascas representam 50% da massa dos frutos, alcançando 64,3 t de cascas, possibilitando a obtenção de 5,92 t de farinha do albedo. O conteúdo de pectina na farinha do albedo pode alcançar 24%, possibilitando a extração de 1,42 t de pectina (Oliveira e Resende, 2012). No caso de resíduos de polpa, Oliveira et al. (2011) encontraram uma proporção de até 17% da massa dos frutos, o que equivale a cerca de 21,86 t de resíduos de polpa contendo uma proporção de 40% de sementes. Segundo dados de Regis et al. (2017), esses resíduos de polpa possibilitam a obtenção de 5,21 t de sementes secas que podem ser processadas por extração mecânica com rendimento de 22% de óleo (1,15 t de óleo).

A Figura 1 apresenta o fluxograma da linha de processamento de maracujá até a sala na qual opera a linha de separação de polpa e resíduos de cascas e sementes das frutas. A polpa é direcionada para linha de envase e congelamento. Esta linha serviu de referência para o estudo de impacto dos índices econômicos para uma indústria de polpa congelada de frutas, conforme Silva et al. (2024a).

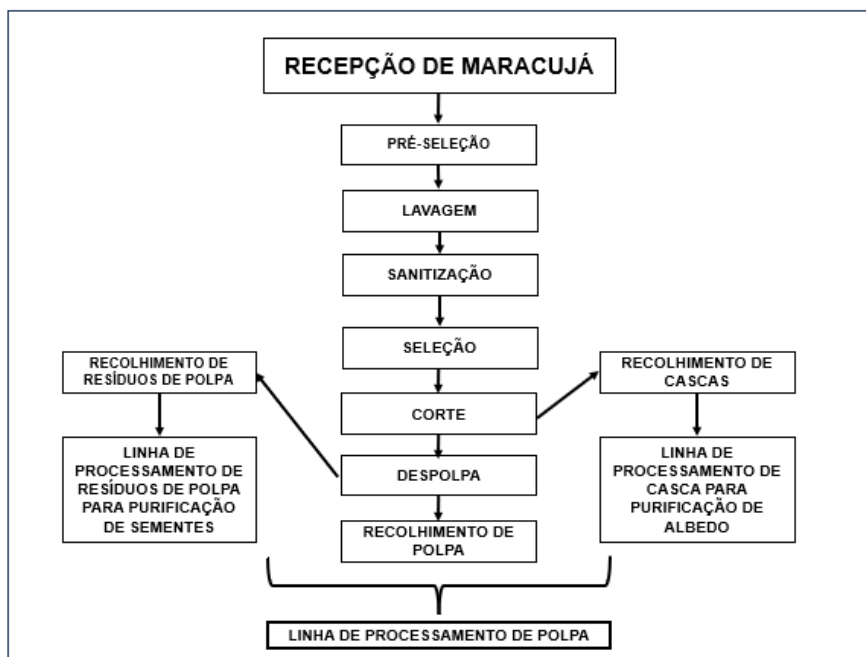


Figura 1: Fluxograma da linha de despolpa de maracujá, com recolhimento de polpa, cascas e sementes com arilo.

A linha de processamento de maracujá contempla a recepção dos frutos na indústria, uma etapa de pré-seleção dos frutos, as etapas de lavagem e sanitização dos frutos, ocorrendo ainda uma seleção final antes de entrar na linha de corte dos frutos e na linha de despolpa, finalizando com a separação de polpa, das cascas e dos resíduos de polpa.

As linhas de processamento de resíduos de polpa e de cascas dos maracujás estão apresentadas na Figura 2. Os resíduos de polpa e de cascas são transportados por esteiras até a Sala de Processamento de Resíduos, que opera com duas linhas anexas montadas para realizar as operações de purificação do material do albedo das cascas, e também o processamento dos resíduos de polpa para purificação das sementes.

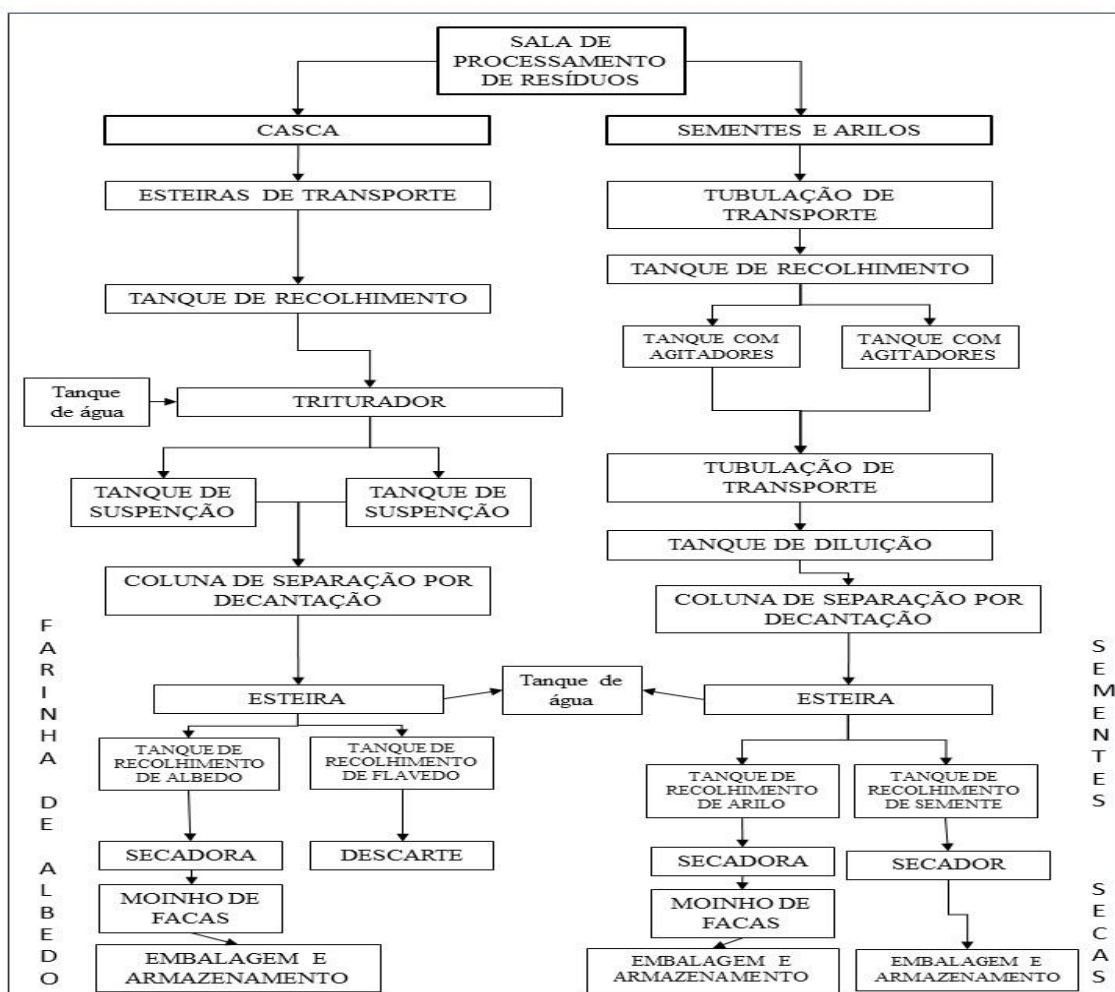


Figura 2: Fluxograma das linhas de processamento de resíduos de polpa e cascas de maracujá para obtenção de farinha do albedo e sementes secas.

As linhas de processamento de resíduos de polpa e de cascas foram montadas com base em tecnologias desenvolvidas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UENF (RESENDE e OLIVEIRA, 2020).

O processamento de resíduos de polpa contempla operações em uma linha contendo inicialmente um Tanque de Resíduos de Polpa que armazena os resíduos oriundos da sala de despolpa das frutas. Os resíduos passam por um Equipamento de Agitação Mecânica para desprendimento das sementes. Esses resíduos são processados em um equipamento de Lavagem e Centrifugação para remover restos de sucos aderidos na massa de resíduos, sendo então descarregados em um Tanque de Diluição que alimenta uma Coluna de Separação de sementes e de mucilagens com arilos, seguindo com operações de drenagem da água em esteiras e recolhimento dos materiais em Tanque de Arilo e

Tanque de Sementes. O material do arilo passa por um Secador e pelas etapas de moagem e embalagem da farinha do arilo. As sementes também sofrem um processo de secagem, antes das etapas de Embalagem e Armazenamento.

Na linha de processamento de cascas, o material é recolhido em um Tanque de Armazenamento de cascas, passando então por um processo de Trituração das cascas, recolhendo o material triturado em um Tanque de Suspensão onde ocorre a diluição do material, seguindo para uma Coluna de Separação de material do albedo puro e de flavedo, seguindo com operações de drenagem da água em esteiras e recolhimento dos materiais em Tanque de Albedo e Tanque de Flavedo. A massa de albedo é prensada para remover o excesso de umidade, sendo então processadas em um Secador, antes de realizar as etapas de Embalagem e Armazenamento.

Os coprodutos de sementes secas e farinha do albedo do maracujá podem servir como matéria-prima para extração de óleo e torta desengordurada das sementes, além de pectina extraída da farinha do albedo da casca. O Fluxograma de processamento está apresentado na Figura 3.

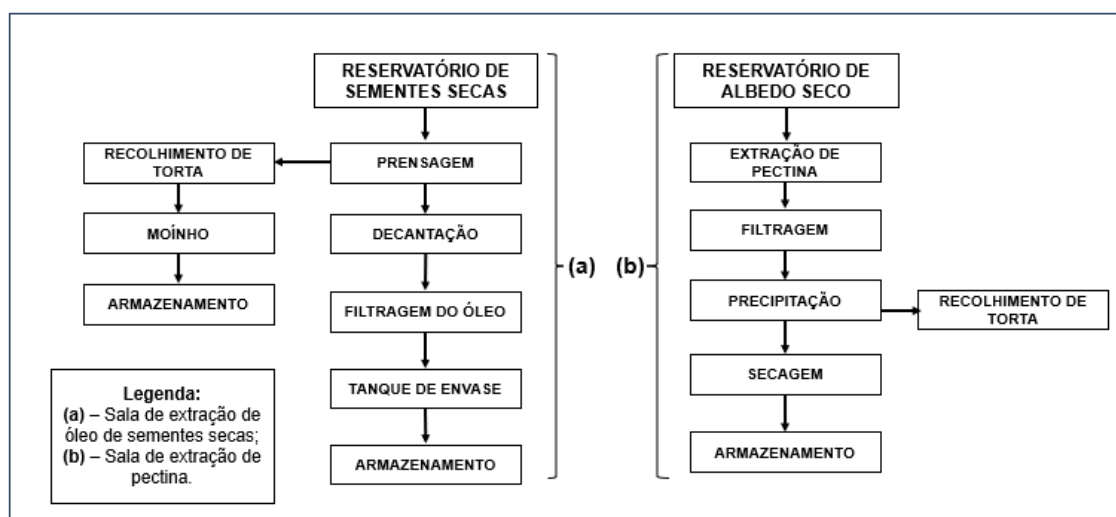


Figura 3: Fluxograma das linhas de processamento sementes para extração do óleo das sementes secas (a) e da linha de extração de pectina da farinha do albedo da casca (b)

No processo de extração do óleo, as sementes secas passam por uma prensa helicoidal que remove o óleo e separa a torta desengordurada. O óleo é mantido em um Tanque de Decantação que possibilita a separação de impurezas do óleo, sendo então processado em um Filtro Prensa que purifica o óleo, antes de ser

colocado em um Tanque de Envase e posterior Armazenamento do Óleo. A torta desengordurada é processada em moinho de facas e martelos, antes do armazenamento da torta desengordura. Já para a produção de pectina, o albedo seco é processado em um extrator, ocorrendo posteriormente a filtração da fase líquida para o Tanque de decantação da pectina. A massa de pectina é processada em estufas de secagem, antes de ser embalada e armazenada.

2.3 Itens do fluxo de caixa da linha de processamento de polpa congelada de frutas

Os itens do fluxo de caixa mensal da agroindústria operando com plena capacidade operacional da linha de processamento de frutas estão apresentados na Tabela 1. Os itens foram discriminados para o processamento de polpa de maracujás (MPM) e de polpas de outras frutas (OMP). Neste caso, são processados 142,9 t de maracujás que representa 28,6% da quantidade total de matéria-prima processada na indústria. Os itens de fluxo de caixa são referentes à produção de polpas congeladas de frutas, referentes ao ano de 2022, conforme dados obtidos por Silva et al. (2024a).

Para a Capacidade Operacional (CO) máxima da indústria, o custo com matéria-prima maracujá na safra é de R\$ 546.819,62, já na entressafra há um aumento de, aproximadamente, 25%. O custo com OMP foi de R\$ 658.060,75. Além do custo com a aquisição de matéria-prima, há o custo da infraestrutura, equipamentos e outros insumos fixos. Foi orçado também a mão-de-obra necessária para o processamento na CO máxima, com custo foi de R\$ 109.130,83. O custo de energia relaciona-se com o valor fornecido pela empresa (R\$ 70.849,63), com um choque de 200%, assim como embalagens e administrativo (Silva et al., 2024a). Serviços terceirizados relacionam-se a serviços extras contratados pela indústria. Manutenção de equipamentos, de infraestrutura, impostos concluem os itens de dispêndios. As receitas dos produtos dessa linha são divididas por tipo, ou seja, pacotes de 100g, de 1 kg e tambores de 100 kg, tanto para maracujá, quanto para OMP e estão relacionadas a valores por tonelada vendida, ou seja, para polpa de maracujá o preço é de R\$ 13.851,81 e R\$ 7.546,25 em média para o conjunto de outras polpas. O total de investimentos representa os gastos com equipamentos, infraestrutura e insumos fixos (Tabela 1).

Tabela 1: Fluxo de caixa mensal da agroindústria para o processamento das polpas congeladas de frutas de matéria-prima maracujá (MPM) e de outras matérias-primas (OMP), referentes ao ano de 2022

FLUXO DE CAIXA	
SAÍDAS	VALOR (R\$)
Matéria-prima maracujá (safra)	546.819,62
Matéria-prima maracujá (entressafra)	689.685,62
Outras Matérias-primas (OMP)	658.060,75
Infraestrutura	2.000.000,00
Equipamentos	2.185.000,00
Outros insumos fixos	20.000,00
Manutenção de infraestrutura	6.455,46
Manutenção de equipamentos	67.102,00
Mão-de-obra	109.130,83
Energia	212.548,90
Embalagens	191.937,12
Administrativo	51.172,14
Serviços terceirizados	13.470,99
Impostos	95.384,54

ENTRADAS

Receita bruta maracujá (100g)	436.403,69
Receita bruta maracujá (1kg)	116.374,32
Receita bruta maracujá (tambor)	29.093,58
Receita bruta OMP (100g)	1.861.950,87
Receita bruta OMP (1kg)	502.349,33
Receita bruta OMP (tambor)	124.130,06
INVESTIMENTO	4.205.000,00
RECEITA LÍQUIDA (SAFRA)	1.193.604,04
RECEITA LÍQUIDA (ENTRESSAFRA)	1.050.738,04

Legenda: OMP: Outras matérias-primas.

Average currency conversion value for the year 2022: 1 US\$ = 5.16 R\$ (IPEADATA, 2023).

2.4 Itens de fluxo de caixa das linhas de processamento de resíduos

2.4.1 Linha de processamento de resíduos para produção de farinha do albedo e sementes secas.

Na Tabela 2 estão apresentados os itens do fluxo de caixa mensal envolvidos com o processamento de 64,3 t de cascas de maracujás que permitem a obtenção de 5,91 t de farinha de albedo. Agregam-se também os itens de fluxo de caixa envolvidos com o processamento de 21,86 t de resíduos de polpa que possibilitam a obtenção de 5,21 t de sementes secas.

Tabela 2: Fluxo de caixa mensal da agroindústria de polpa congelada de frutas para o processamento de resíduos de cascas e polpa de maracujás (MPM) para obtenção de farinha do albedo e sementes secas, referentes ao ano de 2022

SAÍDAS	FLUXO DE CAIXA (R\$/mês)	
	PRODUÇÃO DE SEMENTES SECAS	PRODUÇÃO DE FARINHA DE ALBEDO
Matéria-prima para coproduto	0,00	0,00
Infraestrutura	233.352,00	233.352,00
Equipamentos	410.152,00	1.205.856,00
Outros insumos	1.325,00	1.325,00

fixos		
Manutenção de infraestrutura	751,97	751,97
Manutenção de equipamentos	15.727,00	50.627,00
Mão-de-obra	3.280,61	3.280,61
Energia	19.713,90	19.713,90
Embalagens	2.017,86	2.291,89
Administrativo	3.390,15	3.390,15
Serviços terceirizados	892,45	892,45
Impostos	1.999,79	22.748,93
ENTRADAS		
Receita bruta	78.111,99	354.879,14
Receita líquida	23.526,97	267.634,50
INVESTIMENTO	644.829,00	1.440.533,00

Average currency conversion value for the year 2022: 1 US\$ = 5.16 R\$ (IPEADATA, 2023).

O custo com matéria-prima para produção de farinha do albedo e sementes secas é zero, pois o custo com aquisição de matéria-prima já foi incorporado no custo de produção de polpa congelada (Tabela 1).

Na Sala de Processamento de Resíduos estão montadas as duas linhas de purificação dos resíduos de polpa e de cascas, até obter a purificação de seus coprodutos: albedo e sementes (Figura 2). Posteriormente, esses coprodutos são processados em duas salas distintas para a produção de sementes secas e farinha do albedo. Toda esta infraestrutura tem um custo total de R\$ 466.704,00, com valor médio de R\$ 233.352,00 para cada linha (Tabela 2).

O custo total dos equipamentos usados para a produção de farinha de albedo e sementes secas é de R\$ 1.616.008,00, contemplando inclusive um sistema de controle integrado de operações para as duas linhas. A linha de processamento de resíduos de polpa para produção de sementes secas tem custo de equipamentos de R\$ 410.152,00, constando de tanques de suspensão, diluição e agitação, centrífuga, coluna de separação, esteiras com tanques de coleta, tanque pulmão, tanque de armazenamento de água, bombas centrífugas,

válvulas, reservatórios de sementes, secador a gás e determinador de umidade (Tabela 2). A linha de produção de farinha de albedo tem um custo triplicado (R\$ 1.205.856,00) devido ao alto custo dos equipamentos de prensa do albedo, secagem vácuo, moagem e envase de farinha, diferentemente do processamento de secagem de sementes em secadores a gás de menor custo. A linha de produção de farinha do albedo possui dispositivos de transporte de cascas por rosca sem fim, tanques de inox, coluna de separação, esteiras com tanques, prensa contínua, tanque pulmão, tubos de conexão, reservatórios de água, filtro rotativo, bombas centrífugas, secador a vácuo, moinho centrífugo e tubulações de água.

Da matéria-prima que chega à indústria para a produção de polpas, 26,5% refere-se ao maracujá. O custo de outros insumos fixos é de R\$ 20.000,00 para a capacidade operacional máxima de produção de polpa da empresa. Entretanto, para maracujá esse custo proporcional é R\$ 5.300,00, considerando como dispêndios com outros insumos fixos o valor atribuído ao maracujá, distribuído igualmente para cada linha de produção de coprodutos. Desta forma, R\$ 1.325,00 representa o custo com esse dispêndio para cada linha de processamento de sementes secas e de farinha de albedo.

A agregação de custos aos itens de dispêndios com o Administrativo e Serviços Terceirizados associados com as linhas de processamento de resíduos levou em consideração os respectivos valores verificados por Silva et al. (2024a) para a indústria de polpa congelada de frutas (Tabela 1). Neste caso, o valor proporcional distribuído igualmente para cada linha de processamento de resíduos para produção de sementes secas e farinha de albedo foi de R\$ 3.390,15 para administrativo e R\$ 892,45 para serviços terceirizados.

Os custos com embalagens relacionam-se à quantidade (t) de produto vendido e possui um valor de R\$ 387,49 por tonelada de polpa comercializada pela indústria (Silva et al., 2024a). Considerando a mesma proporcionalidade de custos para os coprodutos, os custos de embalagens para 5,21 t de sementes secas alcançam R\$ 2.017,86, ao passo que as embalagens para 5,91 t de farinha de albedo custam R\$ 2.291,89.

O custo total de manutenção da infraestrutura da indústria para a Sala de Processamento de Resíduos com as duas salas de produção de sementes secas e de farinha de albedo em anexo, foi de R\$ 751,97 por mês, para cada linha,

utilizando os valores similares aos praticados atualmente nas áreas construídas da indústria de polpa congelada de frutas, conforme Silva et al. (2024a). A distribuição desses custos foi baseada nos valores da infraestrutura geral necessária para o incremento de linhas de processamento de resíduos. Os custos de infraestrutura geral das linhas de processamentos de resíduos atingem 33% dos custos da infraestrutura da indústria de polpa congelada de frutas (Tabela 1). A mesma proporção foi usada para determinar os custos de manutenção da infraestrutura das linhas de resíduos, dando um gasto total de R\$ 2.149,66. Estes custos foram distribuídos em 40% para as duas linhas de purificação de sementes e albedo, adicionando 15% para cada uma das 4 linhas de produção dos coprodutos. Desta forma, a manutenção das estruturas das duas linhas de produção de sementes secas e farinha do albedo consumiram 70% dos custos de manutenção, metade para cada linha (Tabela 2). Os custos complementares de 30% foram alocados para as linhas de processamento de óleo e pectina.

Para os custos de manutenção de equipamentos utilizou-se a metodologia adotada por Silva et al. (2024b), alcançando um valor correspondente a 1% do valor dos equipamentos instalados na indústria de polpas congeladas de frutas. Nesta metodologia, os custos de manutenção são obtidos para um grupo de equipamentos com escala de valores definidos da seguinte forma: os equipamentos de até 5 mil reais possuem um custo de manutenção de R\$ 50,00; equipamentos de até 50 mil reais possuem manutenção de R\$ 500,00 e assim por diante, até contemplar os equipamentos de até 500 mil reais, como o secador a vácuo. O custo total de manutenção dos equipamentos de todas as linhas de processamento de coprodutos atinge R\$ 106.902,00 por mês, sendo que 47,4% é gasto na manutenção da linha de farinha de albedo e 14,7% para a linha de produção de sementes secas (Tabela 2).

Na determinação de custos com mão-de-obra foram consideradas a contratação de novos colaboradores, considerando a logística operacional da empresa. Houve necessidade de 1 colaborador na linha de purificação de albedo, 1 colaborador na linha de purificação de sementes, além de 1 colaborador para a sala de produção de sementes secas e outro para a sala de produção de farinha de albedo. Além disso deve ser considerado meio salário de 1 colaborador responsável pelo transporte e armazenamento dos coprodutos. Com isso, o valor total de mão-de-obra, considerando a folha de pagamento disponibilizada pela empresa em 2022

e empregada por Silva et al. (2024a) foi de R\$ 3.280,61 para cada linha de produção indicada na Tabela 2.

O custo de energia consumida pela indústria em 2022 para o processamento de polpas congeladas de frutas foi de R\$ 212.548,90, conforme dados obtidos por Silva et al. (2024a). Considerando que 26,5 % deste consumo mensal de energia são devidos ao processamento de polpa de maracujá, obtém-se um gasto de R\$ 56.325,46. Este valor foi usado como referência para o consumo de energia das linhas de coprodutos, sendo que 40% do consumo de energia é devido às duas linhas de purificação de albedo da casca e sementes, alcançando R\$ 11.265,09 para cada linha. Outros 60% foram distribuídos igualmente entre as 4 linhas de fabricação dos coprodutos, alcançando R\$ 8.448,81 por linha. Os custos de manutenção dos equipamentos das linhas de produção de farinha do albedo e sementes secas estão mostrados na Tabela 2. Estes valores foram dimensionados considerando dados fornecidos pela empresa, considerando a quantidade de equipamentos, gastos com água (pois a fábrica utiliza poços artesianos) e tempo de utilização.

Os impostos estão relacionados diretamente à receita líquida total da linha de processamento e correspondem a 8,5% da receita, conforme dados obtidos por Silva et al. (2024a). Para o cálculo da receita líquida, o custo total de processamento mensal é subtraído da receita bruta, que, neste fluxo de caixa, relacionou-se à quantidade em toneladas de coproduto vendido. O valor de mercado para as sementes secas, cuja produção mensal é de 5,21 t, foi baseado nos preços praticados em 2022 pela agroindústria, que vende sementes secas para empresas de produtos cosméticos e indústrias de doces, sorvetes e iogurtes, valendo R\$ 15.000,00 por toneladas de sementes secas, representando uma receita bruta de R\$ 78.111,99 para sementes secas. No caso da farinha de albedo utilizou-se um valor comercial praticado em lojas de produtos naturais que alcança R\$ 60.000,00 por tonelada de farinha da casca, representando uma receita bruta de R\$ 354.879,14 para a farinha de albedo. O total de investimentos representa os gastos com equipamentos, infraestrutura e insumos fixos (Tabela 2).

2.4.2 Linha de processamento de resíduos para produção de pectina do albedo e óleo das sementes

Na Tabela 3 estão apresentados os itens do fluxo de caixa mensal envolvidos com o processamento de 5,21 t de sementes secas que permitem a obtenção de 1,14 t de óleo de semente e 4,06 t de torta desengordurada. Agregam-se também os itens de fluxo de caixa envolvidos com o processamento de 5,91 t de farinha de albedo que possibilitam a obtenção de 1,41 t pectina.

Tabela 3: Fluxo de caixa mensal da agroindústria de polpa congelada de frutas para o processamento de óleo e torta desengordurada das sementes e pectina da farinha do albedo, referentes ao ano de 2022

FLUXO DE CAIXA (R\$/mês)		
SAÍDAS	PRODUÇÃO DE ÓLEO DE	
	SEMENTES E TORTA DESENGORDURADA	PRODUÇÃO DE PECTINA
Matéria-prima para coproduto	49.129,66	90.660,52
Infraestrutura	100.008,00	100.008,00
Equipamentos	480.052,00	417.652,00
Outros insumos fixos	1.325,00	1.325,00
Manutenção de infraestrutura	322,27	322,27

Manutenção de equipamentos	19.927,00	20.627,00
Mão-de-obra	1.423,41	1.423,41
Energia	8.448,81	8.448,81
Embalagens	443,93	550,05
Administrativo	3.390,15	3.390,15
Serviços terceirizados	892,45	892,45
Impostos	948,32	50.672,48
ENTRADAS		
Receita bruta	89.047,67	709.758,29
Receita líquida	11.156,76	596.146,87
INVESTIMENTO	600.060,00	537.660,00

Average currency conversion value for the year 2022: 1 US\$ = 5.16 R\$ (IPEADATA, 2023).

Os custos com matéria-prima indicados na Tabela 3 contemplam os custos de investimento para a construção e montagem da linha de processamento de resíduos de polpa e cascas para produção de sementes secas e farinha do albedo, incluindo os custos mensais com o processamento, que levam em consideração os dispêndios com manutenção de equipamentos, mão-de-obra, energia, custos do administrativo e serviços terceirizados (Tabela 2). O custo com investimento da linha de sementes secas foi de R\$ 644.829,00 e da linha de farinha de albedo foi de R\$ 1.440.533,00. Considerando um horizonte de projeto de 120 meses, então, o custo mensal de investimento para essas matérias-primas foi de R\$ 5.373,58 para as sementes secas e de R\$ 12.004,44 para produção de farinha do albedo. Esses valores são agregados com os itens de dispêndios com manutenção, mão-de-obra, energia, setor administrativo e serviços terceirizados, gerando um custo mensal agregado de R\$ 49.129,66 para a produção de sementes secas. No caso de farinha do albedo este custo alcança R\$ 90.660,52 (Tabela 3).

O valor da infraestrutura para processamento dos coprodutos dos resíduos na produção de óleo de semente e torta desengordurada e pectina apresenta uma média de R\$ 100.008,00 para cada linha de processamento dos coprodutos

(Figura 3), referente a 15% de toda a área construída para a Planta de Processamento de Resíduos que congrega as linhas de purificação de resíduos para produção de sementes secas e farinha do albedo, além das linhas de produção de óleo e pectina. Os custos de manutenção de infraestrutura foram obtidos com base na proporção 15% do custo total de manutenção de infraestrutura da Planta de Processamento de Resíduos, conforme descrito no item 2.4.1.

Os equipamentos utilizados na linha de extração de óleo das sementes foram avaliados em R\$ 480.052,00, com custo de manutenção de R\$ 19.927,00 (Tabela 3), avaliados conforme metodologia adotada por Silva et al. (2024b). A linha possui silo de alimentação com rosca sem fim, silo de armazenamento, prensa de rosca helicoidal e filtro prensa com bomba, que são os dois equipamentos mais onerosos desse setor, com um valor de R\$ 260.900,00, além de balança, bombonas plásticas e moinho de torta desengordurada.

Para o processamento de pectina foram utilizados tanques de aquecimento acoplados a um condensador, tanques pulmões, resfriador, filtro prensa, tanque de precipitação e de recolhimento, filtro rotativo, estufa de secagem e moinho de facas e martelos. O custo desses equipamentos foi de R\$ 417.652,00, com custo de manutenção de R\$ 20.627,00, avaliado conforme metodologia adotada por Silva et al. (2024b). (Tabela 3).

O item de dispêndio com outros insumos fixos foi calculado com base nos valores usados por Silva et al. (2024a) para a indústria de polpa congelada de frutas, utilizando uma proporção de 26,5% referente ao processamento de maracujá, resultando em R\$ 5.300,00 para as 4 linhas de processamento de coprodutos, alcançando R\$ 1.325,00 para cada linha (Tabela 3).

Os itens de dispêndios com o administrativo e serviços terceirizados foram calculados com base nos valores obtidos por Silva et al. (2024a) para maracujá na indústria de polpa congelada de frutas, alcançando o valor total de R\$ 13.560,61 e R\$ 3.569,81, respectivamente, os quais foram divididos igualmente para as 4 linhas de processamento dos coprodutos (Tabela 2). No caso de custos de embalagens, utilizou-se o mesmo custo definido por Silva et al. (2024a), com valor de R\$ 387,49 por tonelada de coproduto vendido.

Para o custo com mão-de-obra, houve necessidade de 1 colaborador para a linha de extração do óleo e 1 para a linha de extração de pectina. Além disso, deve ser

considerado meio salário de 1 colaborador responsável pelo transporte dos coprodutos. Desta forma, o custo com esse dispêndio foi de R\$ 1.423,41 para cada fluxo de caixa.

Os custos de energia das linhas de extração de óleo de semente e pectina foram calculados com base nos dados obtidos por Silva et al. (2024a) para a indústria de polpa congelada de frutas (Tabela 1), utilizado a proporção de 26,5% atribuídas ao maracujá. Neste caso, 40% dos custos foram atribuídos às linhas de purificação e outros 60% alocados igualmente para as 4 linhas de processamento dos coprodutos, alcançando R\$ 8.448,81. Por cada linha (Tabela 3)

Os impostos correspondem a 8,5% da receita líquida, conforme Silva et al (2024a). Para o cálculo da receita líquida, considerou-se um valor de R\$ 60.000,00/ t de óleo de semente, R\$ 5.000,00/ t de torta desengordurada e R\$ 500.000,00/ t de pectina, que representaram uma receita bruta de R\$ 68.738,55 de óleo de semente, R\$ 20.309,12 de torta desengordurada e R\$ 709.758,29 de pectina. O total de investimentos representa os gastos com equipamentos, infraestrutura e insumos fixos (Tabela 3).

2.5 Cenários de simulação dos indicadores econômicos em função das condições operacionais das linhas de processamento de resíduos

Este trabalho avaliou os diferentes cenários de operações das linhas de processamento dos resíduos de polpa e de cascas de maracujá, visando à obtenção de coprodutos de interesse econômicos: farinha do albedo, pectina do albedo, sementes secas, óleo e torta desengordurada das sementes (Tabela 4).

No cenário A, as linhas de processamento de resíduos utilizam 50% das cascas para produção de farinha do albedo e outros 50% para produção de pectina. Na linha de processamento de resíduos de polpa, utiliza-se 50% para produção de sementes secas e outros 50% para produção de óleo e torta desengordurada. No cenário B, os resíduos de cascas e de polpa são totalmente utilizados na produção de pectina, óleo e torta desengordurada.

Ressalta-se que, no cenário A, foram obtidos todos os produtos e coprodutos do processamento de maracujá. Desta forma, toda a infraestrutura da fábrica, assim como equipamentos, insumos, manutenção, mão-de-obra, energia, embalagens, administrativo, serviços terceirizados, impostos e todas as receitas atribuídas a

eles. O mesmo aconteceu no cenário B, pois, apesar de não comercializar farinha de albedo e sementes secas, estes coprodutos precisaram ser produzidos para dar origem à pectina e ao óleo de semente, respectivamente.

O cenário C representa apenas o processamento de polpa de congelada de frutas, porém sem o aproveitamento dos resíduos de polpa e de cascas, com descartes destes resíduos. Nos cenários D até F foram avaliadas diferentes condições de processamento de resíduos de polpa, mas com descarte dos resíduos de cascas.

No cenário G, utilizou-se uma condição de processamento de 50% de resíduos de polpa para produção de sementes secas e outros 50% para produção de óleo e torta, utilizando o total de resíduos de cascas para produção de farinha do albedo. No cenário H, as linhas foram utilizadas para produzir 100% de óleo e torta desengordurada, além de 100 % de farinha do albedo.

Nos cenários I até K foram avaliadas diferentes condições de processamento de resíduos de cascas, mas com descarte dos resíduos de polpa, sendo que em K toda a massa do albedo é utilizada para a produção de pectina.

No cenário L até N, utilizam-se diferentes condições de processamento dos resíduos de cascas, mantendo 100% dos resíduos de polpa para produção de sementes secas.

Tabela 4: Cenários de condições operacionais para as linhas de processamento de polpa de maracujá para aproveitamento total dos coprodutos de cascas e sementes na fabricação de farinha do albedo, pectina, sementes secas, óleo e torta desengordurada

Cenários	Produtos obtidos
A	Polpa de maracujá; Polpa de outras frutas; farinha de albedo (50% da casca); Pectina (50% da casca); Sementes secas (50% das sementes); Óleo de semente (50% das sementes); Torta desengordurada
B	Polpa de maracujá; Polpa de outras frutas; Pectina; Óleo de semente; Torta desengordurada
C	Polpa de maracujá; Polpa de outras frutas
D	Polpa de maracujá; Polpa de outras frutas; Sementes secas (50% das sementes); Óleo de sementes (50% das sementes); Torta desengordurada

E	Polpa de maracujá; Polpa de outras frutas; sementes secas
F	Polpa de maracujá; Polpa de outras frutas; óleo de semente; torta desengordurada
G	Polpa de maracujá; Polpa de outras frutas; Sementes secas (50% das sementes); Óleo de sementes (50% das sementes); Torta desengordurada; Farinha de albedo
H	Polpa de maracujá; Polpa de outras frutas; farinha de albedo; óleo de semente; torta desengordurada
I	Polpa de maracujá; Polpa de outras frutas; Farinha de albedo (50% da casca); Pectina (50% da casca)
J	Polpa de maracujá; Polpa de outras frutas; farinha de albedo
K	Polpa de maracujá; Polpa de outras frutas; Pectina
L	Polpa de maracujá; Polpa de outras frutas; Farinha de albedo (50% da casca); Pectina (50% da casca); sementes secas
M	Polpa de maracujá; Polpa de outras frutas; Pectina; sementes secas
N	Polpa de maracujá; Polpa de outras frutas; farinha de albedo; sementes secas

2.6 Indicadores econômicos

Neste trabalho foi desenvolvido um programa de cálculo envolvendo os itens inventariados e aplicados na construção de fluxos de caixa dentro de um horizonte de projeto de 120 meses, a fim de estudar a viabilidade econômica da indústria de polpa congelada de frutas operando com linhas de processamento de resíduos de polpa e de cascas de maracujá. Essa programação foi desenvolvida no ambiente do Microsoft Excel®, software de planilhas eletrônicas.

A análise dos índices de desempenho econômico foi realizada com base em diferentes cenários de operações da indústria de polpa congelada de frutas, acoplada com uma indústria de processamento de resíduos de polpa e cascas. Neste caso, os índices de viabilidade econômica foram obtidos de forma integrada entre cada planilha de cálculo dos itens de fluxo de caixa para cada coproduto processado na indústria: sementes secas, farinha do albedo, óleo e torta desengordurada e pectina. As planilhas foram programadas para avaliar os cenários de processamento dos resíduos de polpa e cascas com diferentes proporções de coprodutos obtidos pela indústria.

Neste trabalho foram utilizados os indicadores de resultado econômico representados pelo Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno

(TIR), a Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRm) e o *Payback* descontado, calculados a partir do fluxo de caixa líquido da indústria, nos cenários de simulação propostos, considerando a condição de processamento na capacidade operacional máxima da indústria de polpa congelada de frutas, conforme dados obtidos por Silva et al. (2024a). Esses indicadores têm como vantagens o fato de considerarem o efeito da correção dos valores monetários em função do horizonte do projeto e são úteis para estimar viabilidade (SULLIVAN, WICKS E LUXHOJ, 2011; GOMES, 2013).

A TIRm foi utilizada por ser um indicador melhor de taxa de retorno de longo prazo, pois leva em conta a realidade do mercado. A TIR, por sua vez, apresenta-se como um método mais engessado e antigo (BARBIERI *et al.*, 2007).

O VPL foi utilizado para verificar se um projeto é economicamente viável. Desta forma, quando o VPL for igual a zero, o valor obtido com o projeto cobre todos os custos, ao passo que, quando o VPL for maior que zero, além de cobrir os custos, o projeto gera um retorno econômico.

O VPL foi calculado conforme a Equação 1:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t} - FC_0 \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde: FC_0 é o investimento inicial de capital (R\$/mês); FC_t é o retorno do fluxo de caixa em cada mês (R\$/mês); n é o número de fluxos de caixa ao longo do horizonte do projeto; t é o horizonte do projeto (em meses) e r é a taxa mínima de desconto que se refere à Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

A TIR é a taxa de juros que iguala VPL a zero, ou seja, representa o retorno do investimento, que pode ser positivo ou negativo, podendo ser recuperado considerando o horizonte do projeto. O cálculo foi realizado a partir da Equação 2:

$$0 = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+j^*)^t} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde: I é o investimento de capital na data zero (R\$/mês); FC_t é o retorno do fluxo de caixa em cada mês (R\$/mês); n é o número de fluxos de caixa ao longo do horizonte do projeto; t é o horizonte do projeto (em meses) e j^* é a taxa interna de retorno (TIR).

Desta forma, a TIR foi calculada e comparada com a TMA para identificar a viabilidade do projeto. Se a TIR for menor que a TMA, o projeto não é viável, ou seja, para o empresário compensará mais o investimento em outro ativo

econômico. A TMA deste trabalho foi fixada em 1,079% a.m. (SELIC acumulada de 2022 – 13,75%), de acordo com BNDES (2023).

Já para o cálculo da TIR_m, taxa que se aproxima mais da realidade financeira do projeto, foi utilizada a Equação 3, semelhante à da função financeira MTIR existente na planilha eletrônica do *Excel*:

$$\sum_{j=0}^n \frac{FCS_j}{(1+kd)^j} = \frac{\sum_{j=0}^n FCE_j(1+kc)^{n-j}}{(1+TIR_m)^n} \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde: FCE = Fluxos de caixa positivos; FCS = Fluxos de caixa negativos; kc = Taxa de desconto dos fluxos de caixa negativos kd = Taxa de capitalização dos fluxos de caixa positivos. Para ambas as taxas, foi considerado a TMA aplicada ao projeto.

Este método é importante porque o fluxo negativo (investimento da empresa no projeto) necessita ser descontado a uma taxa que represente seu custo de capital. Além disso, a utilização dessa técnica permite representar que os retornos obtidos do empreendimento serão reinvestidos a uma taxa de reinvestimento definida (TMA).

O *Payback* leva em consideração o valor presente líquido de cada mês dentro do horizonte do projeto. Além disso, ele deve ser calculado considerando a taxa de juros que se refere à TMA (1,079 %), para que seja calculado o *payback* descontado, conforme utilizado por Assaf Neto (2012).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 5 apresenta os resultados dos indicadores econômicos referentes aos cenários de operações da indústria de polpa congelada de frutas acoplada com uma indústria de processamento de resíduos de polpa e cascas de maracujá, conforme indicado na Tabela 4.

Tabela 5: Indicadores econômicos de Payback (meses), VPL (R\$) e TIR (%) de uma indústria de polpa congelada de frutas operando com diferentes linhas de processamento de resíduos de polpa e cascas para produção de coprodutos: sementes secas, óleo e torta desengordurada, farinha do albedo e pectina, referentes ao ano de 2022

Cenários	<i>Payback</i> (meses)	VPL (R\$)	TIR (%)	TIRm (%)
A	11,01	73.087.199,56	15,38%	3,11%
B	9,38	87.132.059,45	18,26%	3,24%
C	8,25	56.939.756,39	21,30%	3,42%
D	10,82	54.281.405,30	15,83%	3,10%
E	10,35	55.269.957,85	16,83%	3,20%
F	10,72	54.835.284,35	15,99%	3,10%
G	11,15	67.338.880,70	15,21%	3,09%
H	11,06	67.892.759,74	15,33%	3,09%
I	9,16	75.214.618,45	18,82%	3,30%
J	8,27	70.291.063,71	21,28%	3,44%
K	7,86	88.705.599,28	22,13%	3,45%
L	9,90	75.981.792,12	17,27%	3,21%
M	8,51	89.472.772,96	20,27%	3,32%
N	9,94	70.233.473,26	17,25%	3,21%

Valor médio de conversão de moeda no ano de 2022: 1 US\$ = 5.16 R\$ (IPEADATA, 2023).

Destaca-se na Tabela 5 que os indicadores econômicos para a indústria de polpa congelada de frutas, operando sem o aproveitamento de resíduos, apresentam resultados positivos que certificam a viabilidade da indústria (cenário C). O mesmo ocorre para os demais cenários que indicam a viabilidade econômica da indústria de polpa congelada de frutas operando com uma indústria de processamento de resíduos de polpa e de cascas. Ressalta-se que os diferentes cenários operacionais da indústria apresentaram baixos valores de *Payback* descontado variando de 7,86 até 11,15 meses, dentro de um horizonte de projeto de 120 meses. O mesmo ocorre com a TIR e a TIRm que apresentou boa rentabilidade ao mês, variando de 15,21 % até 22,13 % e 3,09% a 3,45% respectivamente, para os diferentes cenários de operação da indústria acoplada com uma fábrica de processamento de resíduos.

Segundo Gomes (2013), a análise de viabilidade econômica não pode ser feita com base em indicadores econômicos de forma isolada, pois há algumas desvantagens que se apresentam como riscos para o projeto. A principal delas é que, em dois projetos, com fluxos de caixas uniformes, uma alteração no investimento de um deles altera a TIR. Weber (2014) afirma que o VPL é um indicador mais importante que a TIR, apesar da taxa interna estar mais correlacionada com o tempo de retorno do investimento (payback).

Na análise de viabilidade econômica da indústria de polpa congelada de frutas operando somente com o processamento de resíduos de polpa (cenários D, E, F), verifica-se que ocorreu um aumento de payback e redução da TIR e da TIR_m e VPL em relação ao cenário C, onde a indústria não aproveita os resíduos de polpa e de cascas. Isto significa que o processamento de resíduos de polpa de forma isolada reduz os índices de desempenho econômico da indústria.

Ao contrário, na operação da indústria de polpa congelada de frutas acoplada apenas com linhas de processamento de casca (cenários I, J, K) ocorre um aumento do VPL. O cenário mais favorável ocorre quando a indústria de polpa congelada de frutas opera com a linha de processamento de cascas para obtenção de pectina (cenário K), em que a TIR alcança o valor máximo (22,13%), com aumento de 55,8 % no VPL e Payback mínimo de 7,86 meses. A TIR_m apresenta 3,45 %, superando a taxa do cenário C (3,42 %), além do maior valor de VPL.

O VPL traz informações importantes a respeito do dinheiro que o projeto movimenta e sua rentabilidade. Dependendo dos custos iniciais, ou seja, do investimento, um projeto pode ter uma TIR baixa, mas um VPL elevado. Isso significa que embora o ritmo de retorno da empresa seja lento, o que também pode ser entendido com um Payback mais longo, o projeto pode estar adicionando uma grande quantidade de valor para a empresa. Se dois projetos têm o mesmo VPL, aquele de maior TIR necessita de menos capital de investimento (EMBRAPA, 2024).

Considerando os cenários de operação da indústria de polpa congelada de frutas acoplada com todas as linhas de processamento de resíduos de polpa e de cascas, nota-se na Tabela 5 que a utilização total dos resíduos para produção de pectina, óleo e torta desengordura (cenário B) apresenta uma redução de 14,3% na TIR, mas proporciona um aumento de 30,5% no VPL (R\$ 87,1 milhões) da indústria. Este cenário teve um custo de investimento de R\$ 7.385.432,00, sendo 75,6% superior ao custo de investimento da fábrica de polpa, sem aproveitamento de resíduos.

A condição de operação da indústria de polpa congelada de frutas que proporciona o maior valor de VPL ocorre quando a fábrica de processamento de resíduos está focada na produção de pectina e sementes secas (cenário M), proporcionando um aumento de 57,14% no VPL da indústria.

O preço de venda dos produtos é um fator importante para a viabilidade de um projeto. A pectina, por exemplo, apesar do baixo rendimento em comparação com a farinha, apresenta um preço de venda alto e que pode estar relacionado ao bom desempenho da linha de processamento de resíduos. Ebissa, Desta e Fetene (2024) concluíram que os aumentos do preço de venda e do rendimento afetam positivamente a lucratividade, ao passo que um aumento no custo operacional pode ter um efeito negativo.

Asante, Gyamfi e Amo-Boateng (2023) avaliaram a viabilidade econômica em cenários distintos aplicados para o uso de tecnologia solar. No estudo, eles verificaram que, mesmo apresentando uma menor TIR, o cenário de maior valor de VPL foi considerado o melhor investimento. Lalani et al. (2024) ressaltam que a capacidade de investimento é um dos fatores mais importantes de um estudo de fluxo de caixa, influenciando nos indicadores econômicos. Além disso, devem ser considerados também os efeitos de impacto ambiental e sustentabilidade da indústria.

4. CONCLUSÕES

Todos os cenários de operações da indústria de polpas congeladas de frutas operando com linhas de processamento de resíduos de polpa e de cascas apresentaram viabilidade econômica, com $TIR > TMA$ e $TIR_m > TMA$, indicando que o aproveitamento de resíduos tem excelente retorno financeiro para a indústria, além de contribuir com a redução do impacto ambiental, proporcionando maior sustentabilidade para a empresa.

A indústria de polpa congelada de frutas operando somente com a linha de processamento de sementes apresenta redução do VPL, da TIR e TIR_m , com aumento do tempo de *payback*, quando comparado com índices econômicos da indústria, sem aproveitamento de resíduos.

Ao contrário, a operação da indústria acoplada somente com a linha de processamento de resíduos de cascas proporciona aumento do índice de VPL. A condição operacional que permite a obtenção dos melhores índices econômicos da indústria ocorre quando as cascas são totalmente utilizadas para a extração de pectina.

Considerando o aproveitamento integral de resíduos de polpa e de cascas de maracujá, a condição operacional que apresenta os melhores índices econômicos

ocorre quando a indústria de polpa congelada de frutas opera com as linhas de processamento de resíduos dedicadas à fabricação de sementes secas e pectina, quando a indústria alcança o maior valor de VPL, com altos índices de TIR e TIRm e baixo tempo de *Payback*.

REFERÊNCIAS

- ADAMU, H.; BELLO, U.; YUGUDA, A. U.; TAFIDA, U. I.; JALAM, A. M.; SABO, A.; QAMAR, M. Production processes, techno-economic and policy challenges of bioenergy production from fruit and vegetable wastes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 186, 2023, 113686
- ASANTE, K.; GYAMFI, S.; AMO-BOATENG, M. Techno-economic analysis of waste-to-energy with solar hybrid: A case study from Kumasi, Ghana. *Solar Compass*, v. 6, 2023, 100041, DOI: doi.org/10.1016/j.solcom.2023.100041
- BARBIERI, J. C.; ÁLVARES, A. C. T.; MACHLINE, C. Taxa Interna de Retorno: controvérsias e interpretações. *GEPROS, Gestão de Produção, Operações e Sistemas*, ano 2, v. 5, p. 131-142, 2007.
- BNDES, (2023). Banco Nacional do Desenvolvimento. Available in: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf-agroindustria>, Accessed on: September 5, 2023.
- BUARQUE, C. Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática. 6.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 124p.
- COELHO, E. M.; GOMES, R. G.; MACHADO, B. A. S.; OLIVEIRA, R. S.; LIMA, M. S.; AZÊVEDO, L. C.; GUEZ, M. A. U. Passion fruit peel flour e Technological properties and application in food products. *Food Hydrocolloids*, v. 62, p. 158-164, 2017.
- CÓRDOVA, K. R. V.; GAMA, T. M. M. T. B.; WINTER, C. M. G.; NETO, G. K.; FREITAS, R. J. S.; Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Flavicarpa Degener) obtida por secagem. *B.CEPPA*, v. 23, n. 2, p. 221-230, 2005
- DIAS, M. V.; FIGUEIREDO, L. P.; VALENTE, W. A.; FERRUA, F. Q.; PEREIRA, P. A. P.; BORGES, S. V.; CLEMENTE, P. R. Estudo de variáveis de processamento para produção de doce em massa da casca do maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 31, n. 1, p. 65-71, 2011.
- EBISSA, G.; DESTA, H.; FETENE, A. Assessing economic sustainability and resilience of tomato farming ventures in Addis Ababa: A project-based evaluation. *Heliyon*, v. 10, n. 5, 2024, e27250, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27250>
- EMBRAPA, Gado de corte. 2024. 1º seminário sobre a aplicação de um enfoque de sistemas na pesquisa de produção animal. Disponível em: <https://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc04/05analise.html> , Acesso em: 07 de abril de 2024

GALISTEO, M.; DUARTE, J.; ZARZUELO, A. Effects of dietary fibers on disturbances clustered in the metabolic syndrome. *Journal of Nutritional Biochemistry*, v. 19, p. 71-84, 2008.

GIRELLI, A. M.; ASTOLFI, M. L.; SCUTO, F. R. Agro-industrial wastes as potential carriers for enzyme immobilization: A review. *Chemosphere*, v. 244, 2020, 125368.

GOMES, *Elaboração e análise de viabilidade econômica de projetos*. São Paulo: Editora Atlas, 2013, 176p.

IPEADATA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2023). *Taxa de Câmbio Anual*. <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=31924>.

JANEBRO, D. U.; QUEIROZ, M. do. S. R. de.; RAMOS, A. T.; SABAA-SRUR, A. U. O.; CUNHA, M. A. L. da.; DINIZ, M. de. F. F. M. Efeito da farinha da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) nos níveis glicêmicos e lipídicos de pacientes diabéticos tipo 2. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. v. 18, p. 724-732, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2008000500016>

JUNQUEIRA-GUERTZENSTEIN, S. M.; SRUR, A. U. O. S. Uso da casca de maracujá (*Passiflora edulis*, f. *flavicarpa*, Deg.) cv amarelo na alimentação de ratos (*rattus norvergicus*) normais e diabéticos. *Revista Cadernos do Centro Universitário São Camilo* v. 10, p. 213-218, 2002.

LIU, S.; MANSON, J. E.; STAMPFER, M. J.; REXRODE, K. M.; HU, F. B.; RIMM, E. B.; WILLETT, W. C. Whole grain consumption and risk of ischemic stroke in women: a prospective study. *JAMA*. v. 284, p. 1534-1540, 2000.

McDONALD, L. J.; PINTO, A. S. S.; ARSHAD, M. N.; ROWE, R. L.; DONNISON, I.; McMANUS, M. Synergy between industry and agriculture: Techno-economic and life cycle assessments of waste recovery for crop growth in glasshouses. *Journal of Cleaner Production*, v. 432, 2023, 139650

OLIVEIRA, E.M.S., REGIS, S.A., RESENDE, E.D. (2011). Characterization of yellow passion fruit pulp wastes. *Ciência Rural*, 41 (4), 725-730. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000031>

OLIVEIRA, E.M.S., RESENDE, E.D. Yield of albedo flour and pectin content in the rind of yellow passion fruit. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.32, p.492-498, 2012. DOI: 10.1590/S0101-20612012005000067

PIMENTEL, L. D., SANTOS, C. E. M., FERREIRA, A. C. C., MARTINS, A. A., WAGNER, A., Jr., & BRUCKNER, C. H. Cost of production and profitability of the passion fruit plant in the agroindustrial market of the Zona da Mata of Minas Gerais State, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 31, n. 2, p. 397-407, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452009000200013>.

REGIS, S. A.; RESENDE, E. D.; ANTONIASSI, R. Oil quality of passion fruit seeds subjected to a pulp-waste purification process. *Ciência Rural*, v. 45, n. 6, p. 977-984, 2015. [http:// dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140099](http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140099).

Regis, S.A., Talma, S.V., Wilhelm, A.E., Antoniassi, R., Resende, E.D. (2017). Yellow passion fruit pulp residue: Seed, oil and aril flour yields. *Trends in Chemical Engineering*, 16, 75-83. <http://researchtrends.net/tia/abstract.asp?in=0&vn=16&tid=1&aid=6031&pub=2017&type=>

RESENDE, E.D., OLIVEIRA, E.M.S. (2020). Processo e aparelho de separação e purificação da casca de frutas para obtenção da farinha pura da casca. Carta Patente no PI 0916161-9, IPC B03B 5/28. Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), Ministério da Economia, Brasil. <https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/PatenteServletController>

SANTOS, L. S.; BITENCOURT, R. G.; DOS SANTOS, P.; ROSA, P. de. T. V.; MARTÍNEZ, J. Solubility of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) seed oil in supercritical CO₂. *Fluid Phase Equilibria*, v. 493, p. 174-180, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fluid.2019.04.002>

SILVA, J.R.G., RESENDE, E.D. (2023). Potential of the passion fruit mesocarp flour as a source of pectin and its application as thickener and gelling agent. *International Journal of Food Science and Technology*, 58 (4) 1766-1774. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16284>

SILVA, L.M.; RIBEIRO, A.C.; RESENDE, E.D. (2024a) Economic feasibility analysis of a frozen fruit pulp industry. *Revista de Economia e Agronegócio*, (submitted), Fevereiro de 2024

SILVA, L.M.; RIBEIRO, A.C.; RESENDE, E.D. (2024b) Avaliação do impacto dos itens de dispêndios na composição de custos dos produtos da indústria de polpa congelada de frutas. *Revista de Economia e Agronegócio*, (submitted), abril de 2024

SULLIVAN W. G.; WICKS E. M.; LUXHOJ, J. T. *Engineering economy*. 15. ed. New York: Pearson Education, 2011. 672 p.

TALMA, S.V., REGIS, S.A., FERREIRA, P.R., MELLINGER-SILVA, C., RESENDE, E.D. Characterization of pericarp fractions of yellow passion fruit: density, yield of flour, color, pectin content and degree of esterification. *Food Science and Technology*, 39, 683-689, 2019. 10.1590/fst.30818

WEBER, T. A. On the (non-)equivalence of IRR and NPV. *Journal of Mathematical Economics*, v. 52, p. 25-39, 2014, <https://doi.org/10.1016/j.jmateco.2014.03.006>

LALANI, B.; LANZA, G.; LEIVA, B.; MERCADO, L.; HAGGAR, J. Shade versus intensification: Trade-off or synergy for profitability in coffee agroforestry systems?. *Agricultural Systems*, v. 214, 2024, 103814, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103814>

CONCLUSÕES

A análise de viabilidade econômica realizada no primeiro artigo evidencia que a operação de uma indústria de polpas congeladas de frutas é economicamente viável, mesmo quando funcionando a uma capacidade operacional reduzida de 33%, sendo ainda mais evidente quando a capacidade operacional é maximizada. Importante ressaltar ainda, que o cenário de venda de polpas implica que toda a produção alcança condições similares de comercialização, mesmo a indústria operando com 33% ou em CO máxima, isso porque há compradores interessados.

A correlação direta observada entre a capacidade operacional e os indicadores de viabilidade financeira sugere que a ampliação da capacidade produtiva tem um impacto substancialmente positivo sobre o VPL e TIR, enquanto o tempo de retorno do investimento diminui exponencialmente. Esses resultados corroboram a importância de operar perto da capacidade máxima para otimizar os resultados econômicos da indústria.

Já no segundo artigo, a análise mostrou que a proporção entre custos indiretos e diretos é relativamente baixa, variando de 0,01% no processamento de polpa de pitanga até 4,07% no processamento de polpa de manga. Esta baixa proporção reflete o elevado impacto dos custos diretos de matéria-prima sobre os custos totais da indústria. Além disso, a sazonalidade foi identificada como um fator crítico na lucratividade, especialmente no caso da polpa de maracujá, que demonstrou margens líquidas negativas tanto na safra quanto na entressafra, embora a margem líquida global da empresa permaneça positiva devido a uma estratégia global eficaz.

No terceiro artigo, a análise demonstrou que a implementação de linhas de processamento de resíduos de polpa e cascas pode ser financeiramente vantajosa, especialmente quando se concentra na produção de pectina.

Os indicadores tradicionais como VPL (Valor Presente Líquido), TIR (Taxa Interna de Retorno), TIR_m (Taxa Interna de Retorno Modificada) e *Payback* são amplamente utilizados para avaliar a viabilidade econômica de projetos e empresas. No entanto, cada um desses indicadores apresenta limitações, o que

pode afetar a precisão das decisões de investimento. Além disso, existem métodos mais robustos que podem complementar esses indicadores, fornecendo uma análise mais completa.

O VPL assume que a taxa de desconto utilizada é constante ao longo do tempo, o que pode não ser realista. Além disso não considera diretamente a incerteza e o risco associado aos fluxos de caixa, pois utiliza valores fixos para estimativas. Já a TIR pode ser enganosa em projetos com fluxos de caixa não convencionais, ou seja, quando há alternância entre fluxos de caixa positivos e negativos ao longo do tempo. E, embora a TIR_m corrija a suposição irrealista de reinvestimento da TIR, ela ainda é limitada ao uso de uma taxa fixa de reinvestimento (geralmente o custo de capital). Isso ainda pode não capturar adequadamente a variabilidade das oportunidades de reinvestimento no mercado.

Para aprimorar a análise dos custos e a estratégia de precificação na indústria de polpas congeladas de frutas, sugere-se a realização de estudos futuros. Seria importante investigar como flutuações nos preços de matéria-prima impactam a lucratividade e a estrutura de custos. A integração de análises de tendências de mercado e previsões de preço pode ajudar a entender melhor o impacto da sazonalidade e de variações de custo na rentabilidade. Além disso, realizar uma análise detalhada da capacidade ociosa e da demanda do mercado para ajustar a produção e minimizar custos relacionados à capacidade ociosa. Isso pode ajudar a otimizar a operação e melhorar a eficiência econômica.

Por fim, será interessante realizar uma análise de viabilidade econômica com um horizonte de projeto mais longo e considerando dados de anos anteriores para entender melhor o impacto das mudanças ao longo do ciclo de vida do projeto e da indústria, utilizando indicadores econômicos mais robustos, como o estudo Monte Carlo. Esse método é mais avançado e permite modelar a incerteza ao simular milhares de cenários diferentes, variando os fluxos de caixa de acordo com distribuições de probabilidade. Ele fornece uma distribuição de possíveis resultados financeiros (como VPL e TIR).

Outra alternativa é utilizar o estudo *Value at Risk* (VaR) que é amplamente utilizado no mercado financeiro para medir o risco de perda em um projeto ou portfólio de investimentos. Ele avalia a perda potencial em um projeto com base em um intervalo de confiança pré-determinado. Embora seja mais aplicado a

ativos financeiros, o VaR pode ser usado para entender o risco de perda em fluxos de caixa de projetos (BREALEY *et al.* 2018).

Embora indicadores tradicionais forneçam uma boa base para a análise de viabilidade, suas limitações mostram que é fundamental complementá-los com ferramentas mais robustas, como Análise de Sensibilidade, a simulação de Monte Carlo, *Value at Risk* e outros. Logo, essas abordagens mais sofisticadas consideram a incerteza e a flexibilidade, o que melhora significativamente a qualidade da análise de viabilidade econômica e auxilia na tomada de decisão estratégica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrafrutas. Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. 2020. Disponível em: <https://abrafrutas.org/>, Acesso em 07, jul de 2020
- Babbar, N.; Oberoi, H. S.; Uppal, D. S.; Patil, R. T. Total phenolic content and antioxidant capacity of extracts obtained from six important fruit residues. *Food Research International*, v. 44, p. 391-396, 2011.
- Barbieri, J. C.; Álvares, A. C. T.; Machline, C. Taxa Interna de Retorno: controvérsias e interpretações. *GEPROS, Gestão de Produção, Operações e Sistemas*, ano 2, v. 5, p. 131-142, 2007.
- Baron, Robert A.; Shane, Scott A. Empreendedorismo: uma visão do processo. Tradução AllTasks. São Paulo: Cengage: Learning, 2011.
- Bornia, Antonio Cezar. Análise Gerencial de Custos – Aplicação em Empresas Modernas. Porto Alegre: Editora Bookmann, 2002.
- Bragante, A. G. Fabricação de polpa e néctar de frutas. Disponível em: <http://abgtecalim.yolasite.com/resources/Fabrica%C3%A7%C3%A3o%20Polpa%20e%20N%C3%A9ctar%20de%20Frutas.pdf>. Acesso em: 28 de set de 2020.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 37, de 1 de outubro de 2018. Parâmetros analíticos e quesitos complementares aos padrões de identidade e qualidade de suco de fruta. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 1 out. 2018. Seção 1, p. 23.
- Brealey, R.; Myers, S.; Allen, F. Princípios de Finanças Corporativas. 12 ed. Editora AMGH. 2018, 976p.
- Buarque, C. Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática. 6.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 124p.
- Coelho, A. A. Caracterização física e química dos frutos em função do tamanho e estágio de amadurecimento do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f.flavicarpa* Degener). 2008. 126 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2008.
- Coelho, E. M.; Gomes, R. G.; Machado, B. A. S.; Oliveira, R. S.; Lima, M. S.; Azêvedo, L. C.; Guez, M. A. U. Passion fruit peel flour e Technological properties and application in food products. *Food Hydrocolloids*, v. 62, p. 158-164, 2017.
- Córdova, K. R. V.; Gama, T. M. M. T. B.; Winter, C. M. G.; Neto, G. K.; Freitas, R. J. S.; Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo

- (*Passiflora edulis* Flavicarpa Degener) obtida por secagem. B.CEPPA, v. 23, n. 2, p. 221-230, 2005
- De Ferreira, A. S.; Leite, M. S. A. Aplicação do método ABC para mensuração dos custos de produção em uma indústria de alimentos. ABCustos, v. 17, n. 1, p. 30-55, 2022
- Della Modesta, R. C.; Gonçalves, E. B.; Rosenthal, A.; Silva, A. L. S.; Ferreira, J. C. S. Desenvolvimento do perfil sensorial e avaliação sensorial/instrumental de suco de maracujá. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 25, n. 2, p. 345-352, 2005, <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000200028>
- Dias, M. V.; Figueiredo, L. P.; Valente, W. A.; Ferrua, F. Q.; Pereira, P. A. P.; Borges, S. V.; Clemente, P. R. Estudo de variáveis de processamento para produção de doce em massa da casca do maracujá (*Passiflora edulis* f. flavicarpa). Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 31, n. 1, p. 65-71, 2011.
- Dias, T. L.; Oliveira, T. F.; Caliar, M.; Júnior, M. S. S. Viabilidade econômica da implantação de um sistema de coleta e secagem da polpa de batata residual. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. v. 8, n. 2, p. 52-57, 2013.
- Dos Santos, L. S.; Bitencourt, R. G.; Dos Santos, P.; Rosa, P. de. T. V.; Martínez, J. Solubility of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) seed oil in supercritical CO₂. Fluid Phase Equilibria, v. 493, p. 174-180, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fluid.2019.04.002>
- Dwivedi, R.; Chakraborty, S. An Activity Based Costing Model for a Food Processing Industry. International Journal of Innovative Research and Development, v. 3, n. 12, 2014.
- Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2020a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/frutas-e-hortalicas>. Acesso em: 29, mai, 2020.
- Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2020b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/>. Acesso em: 06, jul, 2020.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Avaliação financeira da produção de maracujá. 2003. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/560937/1/doc97.pdf>. Acesso em: 16 de Jul de 2020.
- Freitas, C. A. S.; Maia, G. A.; Costa, J. M. C.; Figueiredo, R. W.; Sousa, P. H. M. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. Revista Brasileira de Agrociência, v. 12, p. 395-400, 2006.
- Frezatti, F. Gestão da Viabilidade econômico-financeira dos projetos de investimento. São Paulo: Atlas, 2008.

- Galisteo, M.; Duarte, J.; Zarzuelo, A. Effects of dietary fibers on disturbances clustered in the metabolic syndrome. *Journal of Nutritional Biochemistry*, v. 19, p. 71-84, 2008.
- Girelli, A. M.; Astolfi, M. L.; Scuto, F. R. Agro-industrial wastes as potential carriers for enzyme immobilization: A review. *Chemosphere*, v. 244, 2020, 125368.
- Gomes, Elaboração e análise de viabilidade econômica de projetos. São Paulo: Editora Atlas, 2013, 176p.
- Haraguchi, F. K.; Abreu, W. C.; Paula, H. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. *Revista de Nutrição, Campinas*, v.19, n.4, jul./ago. 2008.
- Haroun, A. E. "Maintenance cost estimation: application of activity-based costing as a fair estimate method", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 21 n. 3, p. 258-270, 2015, <https://doi.org/10.1108/JQME-04-2015-0015>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 06, jul, 2020.
- Janebro, D. U.; Queiroz, M. do. S. R. de.; Ramos, A. T.; Sabaa-srur, A. U. O.; Cunha, M. A. L. da.; Diniz, M. de. F. F. M. Efeito da farinha da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) nos níveis glicêmicos e lipídicos de pacientes diabéticos tipo 2. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. v. 18, p. 724-732, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2008000500016>
- Junior, A. I. M.; Neto, D. P. de C.; Pereira, G. V. de M.; Vale, A. da S.; Medina, J. D. C.; Carvalho, J. C.; Soccol, C. R. A critical techno-economic analysis of coffee processing utilizing a modern fermentationsystem: Implications for specialty coffee production. *Food and and Bioproducts Processing*. v. 125, p. 14-21, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.10.010>
- Junqueira-guertzenstein, S. M.; Srur, A. U. O. S. Uso da casca de maracujá (*Passiflora edulis*, f. *flavicarpa*, Deg.) cv amarelo na alimentação de ratos (*rattus norvergicus*) normais e diabéticos. *Revista Cadernos do Centro Universitário São Camilo* v. 10, p. 213-218, 2002.
- Kabinlapata, P.; Sutthachai, S. An application of activity-based costing in the chicken processing industry: a case of joint products. *International Food and Agribusiness Management Review*, v. 20, n. 1, 2017, DOI: 10.22434/IFAMR2016.0017
- Kaldirim, Z.; Kaldirim, Y. Implementation of activity-based costing and activity-based variance analysis in food industry. *Journal of Research in Business*, v. 5, n. 2, p. 174-192, 2020. DOI: 10.35333/JRB.2020.280
- Liu, S.; Manson, J. E.; Stampfer, M. J.; Rexrode, K. M.; Hu, F. B.; Rimm, E. B.; Willett, W. C. Whole grain consumption and risk of ischemic stroke in women: a prospective study. *JAMA*. v. 284, p. 1534-1540, 2000.

- Martins, P. E. S.; Pupo, M. M. de. S.; Santos, E. de. J.; Santos, N. L.; Da Silva, E. R. Projeto de viabilidade para implantação de agroindústria de beneficiamento de mandioca para produção de farinha enriquecida com resíduo de polpa de fruta. *Enciclopédia Biosfera*, v. 6, n. 10, 2010
- Matias, T. G.; Regis, S. A.; Talma, S. V.; Moraes, L. P.; Resende, E. D. Densidade aparente dos resíduos da polpa de maracujá. *Brazilian Journal of Food Technology*. v. 21, e2017155, 2018, <https://doi.org/10.1590/1981-6723.15517>
- Matta, V. M.; Junior, M. F.; Cabral, L. M. C.; Furtado, A. A. L. Polpa de fruta congelada /. - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 35 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/11881/2/00076180.pdf>. Acesso em 17 de Jun de 2020
- Medeiros, J. S.; Diniz, M. F. F. M.; Srur, A. U. O. S.; Pessoa, M. B.; Cardoso, M. A. A.; Carvalho, D. F. Ensaio toxicológicos clínicos da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*, f. *flavicarpa*), como alimento com propriedade de saúde. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 19, n. 2, p. 394-399, 2009.
- Mellichamp, D. A. Internal rate of return: Good and bad features, and a new way of interpreting the historic measure. *Computers & Chemical Engineering*. v. 106, p. 396-406, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2017.06.005>
- Mirabella, N.; Castellani, V.; Sala, S. Current options for the valorization of food manufacturing waste: A review. *Journal of Cleaner Production*, v. 65, p. 28-41, 2014.
- Nascimento, T. A.; Calado, V.; Carvalho, C. W. P. Development and characterization of flexible film based on starch and passion fruit mesocarp flour with nanoparticles. *Food Research International*, v.49, p. 588-595, 2012.
- Oliveira, E. M. S.; Regis, S. A.; Resende, E. D. Caracterização dos resíduos da polpa do maracujá-amarelo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 14, n. 4, p. 725-730, 2011.
- Oliveira, E.M.S. de; Resende, E.D. de. Yield of albedo flour and pectin content in the rind of yellow passion fruit. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.32, p.492-498, 2012. DOI: 10.1590/S0101-20612012005000067
- Oliveira, L. F.; DE, Nascimento, M. R. F.; Borges, S. V.; Ribeiro, P. C. do N.; Ruback, V. R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) para produção de doce em calda. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 22, n. 3, p. 259-262, 2002.
- Osipi, E. A. F.; Lima, C. B.; Cossa, C. A. Influência de métodos de remoção do arilo na qualidade fisiológica de sementes de *Passiflora* alata Curtis. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, 2011, <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000500095>

- Peymankar, M.; Davari, M.; Ranjbar, M. Maximizing the expected net present value in a project with uncertain cash flows. *European Journal of Operational Research*. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.01.039>
- Pimentel, L. D., Santos, C. E. M., Ferreira, A. C. C., Martins, A. A., Wagner, A., Jr., & Bruckner, C. H. Cost of production and profitability of the passion fruit plant in the agroindustrial market of the Zona da Mata of Minas Gerais State, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 31, n. 2, p. 397 -407, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452009000200013>.
- Quesado, P.; SILVA, R. Activity-Based Costing (ABC) and Its Implication for Open Innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. v. 7, n. 41, 2021 <https://doi.org/10.3390/joitmc7010041>
- Regis, S. A.; Resende, E. D.; Antoniassi, R. Oil quality of passion fruit seeds subjected to a pulp-waste purification process. *Ciência Rural*, v. 45, n. 6, p. 977-984, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140099>.
- Reis, R. C.; Minim, V. P. R. Testes de aceitação. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). *Análise sensorial: estudos com consumidores*. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. 308p.
- Rosa, D.G.; Silva, A.C.; Araújo, M.S.; Peixoto, N. Estudo econômico para implantação do cultivo de maracujá-amarelo. *Revista Agrotecnologia*, v. 10, n. 1, p. 40- 53, 2019. DOI: 10.12971/2179-5959/agrotecnologia.v10n1p40-53.
- Sampaio, A. V.; Mattos, Z. P. de. B.; Filho, J. G. A viabilidade econômica de uma indústria de maracujá e seu impacto no emprego: o caso de Vera Cruz, SP. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 35, n. 4, p. 91-108, 1997
- Santana, F. C.; Silva, J. V.; Santos, A. J. A. O.; Alves, A. R.; Wartha, E. R. S. A.; Marcellini, P. S.; Silva, M. A. A. P. Desenvolvimento de biscoito rico em fibras elaborado por substituição parcial da farinha de trigo, por farinha da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*) e fécula de mandioca (*Manihot esculenta crantz*). *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 22, n. 3, p 391-399, 2011.
- SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Plano de negócios e análise de viabilidade - O que você precisa saber para elaborar. 2021. E-book. Disponível em: [https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/TO/Anexos/\[eBook%20SebraeBA\]%20Melhores%20pr%C3%A1ticas%20na%20elabora%C3%A7%C3%A3o%20do%20plano%20de%20neg%C3%B3cio%20e%20an%C3%A1lise%20de%20viabilidade.pdf](https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/TO/Anexos/[eBook%20SebraeBA]%20Melhores%20pr%C3%A1ticas%20na%20elabora%C3%A7%C3%A3o%20do%20plano%20de%20neg%C3%B3cio%20e%20an%C3%A1lise%20de%20viabilidade.pdf) , Acesso em: 25 abr, 2021.
- SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. <https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/Fruticultura-Como-montar-uma-fabrica-de-polpa-de-frutas.pdf>. Acesso em: 16, Jun. 2020.
- Sousa, M. S. B.; Vieira, L. M.; Silva, M. J. M.; Lima, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011

- Ulubeyli, S.; Arslan, V. Economic viability of extensive green roofs through scenario and sensitivity analyses: Clients' perspective. *Energy and Buildings*. v. 139, p. 314-325, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.01.042>
- Woiler, S.; Mathias, W. F. *Projetos: planejamento, elaboração e análise*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2015. 288p.
- Zeraik, M. L.; Pereira, C. A. M.; Zuin, V. G.; Yariwake, J. H. Passion fruit: a functional food? *Revista Brasileira De Farmacognosia*, v.20, n.3, p.459-471, 2010.