



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO EM ENGENHARIA
QUÍMICA



Viabilidade Tecno-Econômica do Processo de Produção de Gin a partir de Destilado de Batata-Doce

Autor: Bruno Smaniotto Souza

*Orientadores: Prof. Dr. Jorge Otávio Trierweiler,
Prof^a. Dra. Luciane Ferreira Trierweiler
Coorientadora: Msc. Débora Gonçalves Carvalho*

Porto Alegre, abril de 2023

Autor: Bruno Smaniotto Souza

Viabilidade Tecno-Econômica do Processo de Produção de Gin a partir de Destilado de Batata Doce

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à COMGRAD/ENQ da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química

Orientadores: Prof. Dr. Jorge Otávio Trierweiler,
Prof^a. Dra. Luciane Ferreira Trierweiler
Coorientadora: Msc. Débora Gonçalves Carvalho

Banca Examinadora:

Prof^a. Dra., Débora Jung Luvizetto Faccin, UFRGS

Dra., Caroline Trevisan Weber, Sustainea Bioglycols

Porto Alegre

2023

RESUMO

A batata-doce é um alimento nutritivo, de fácil cultivo e com um consumo crescente no Brasil. Além disso, por conta de seu alto teor de amido, de cerca de 30% em massa, é possível realizar a produção de etanol a partir da fermentação dos açúcares obtidos a partir da hidrólise desse amido. Uma vez que o Rio Grande do Sul é o maior produtor de batata-doce do país, com uma produção crescente de 170 mil toneladas por ano, destaca-se a importância de estudos que possam agregar mais valor a esta cadeia produtiva. Por sua vez, o gin é uma bebida de origem europeia produzida a partir da destilação do álcool formado na fermentação de grãos neutros, como cevada e centeio, na presença de bagas de zimbro e outros botânicos. Estima-se que o mercado brasileiro desta bebida cresceu a uma taxa de crescimento geométrica anual de 75,6% entre 2016 e 2021. Neste cenário de produção de batata-doce e consumo de gin crescentes, realizou-se a avaliação econômica de uma planta industrial que utiliza o álcool etílico formado na fermentação do amido hidrolisado da batata-doce para produção de gin. Nas condições propostas, esta planta produziria diariamente cerca de 846 L de gin a uma concentração alcoólica de 35% (v/v). Considerando um custo de capital médio ponderado de 20,4%, foi determinado essa planta apresentaria um valor presente líquido (VPL) de R\$ 1,0 milhão, uma taxa interna de retorno (TIR) de 32,8% e um prazo de *payback* de 6 anos. A partir da análise dos dispêndios envolvidos na produção de gin, concluiu-se que os principais custos envolvem o pagamento dos impostos incidentes sobre sua comercialização e os custos com a aquisição das garrafas de vidro. A análise de sensibilidade do VPL em relação às variáveis propostas determinou que os parâmetros aos quais sistema apresenta o maior ganho (em módulo) são, em ordem decrescente, (i) o preço de venda do Gin (estimado em R\$ 38,87 por litro), (ii) as alíquotas de ICMS-ST e de IPI sobre venda, e (iii) as variáveis operacionais relacionadas à produção diária total de etanol, como a eficiência de conversão dos açúcares da batata-doce em etanol e a quantidade de etanol separado na destilação. A partir disso, conclui-se que a planta é economicamente viável nas condições propostas, apesar de ser sensível a distúrbios externos na legislação tributária e na eficiência de produção de etanol, que, entretanto, poderiam ser compensados pelo controle do preço de venda.

Palavras-chave: batata-doce, etanol, bebida alcoólica destilada, gin

ABSTRACT

Sweet potato is a nutritious food that is easy to grow and has an increasing consumption in Brazil. Furthermore, due to its high starch content of around 30% in mass, it is possible to produce ethanol from the fermentation of the sugars obtained from the hydrolysis of these starches. Since Rio Grande do Sul is the largest sweet potato producer in Brazil, with a growing production of 170,000 tons per year, the importance of studies that can add more value to this production chain is highlighted. At the same time, gin is a beverage of European origin produced from the distillation of the alcohol formed in the fermentation of neutral grains, such as barley and rye, in the presence of juniper berries other botanicals. It is estimated that the Brazilian market for this beverage grew at an annual geometric growth rate of 75.6% between 2016 and 2021. In this background of increasing sweet potato production and gin consumption, an economic evaluation of an industrial plant that uses the ethyl alcohol formed in the fermentation of hydrolyzed sweet potato starch for gin production was carried out. Under the proposed conditions, this industrial plant would produce about 846 L of gin daily at an alcoholic concentration of 35% (v/v). Considering a weighted average cost of capital of 20.4%, it was determined that the operation's net present value (NPV) would be R\$ 1.0 million, with an internal rate of return (IRR) of 32.8% and a 6-year payback period. From the analysis of the expenses involved in the production of gin, it was concluded that the main costs apply to the payment of taxes on its commercialization and the costs of the acquisition of glass bottles. The sensitivity analysis of the NPV concerning the proposed variables determined that the parameters for which the system presents the most significant gain in absolute value are, in descending order, (i) the sale price of gin (estimated at R\$ 38.87 per liter), (ii) ICMS-ST and IPI tax rates on sales, and (iii) the operational variables related to total daily ethanol production, such as the efficiency of converting sweet potato sugars into ethanol and the amount of ethanol separated in the distillation step. From this, it is concluded that the plant is economically viable under the proposed conditions, despite being sensitive to external disturbances in the tax legislation and in the efficiency of ethanol production, which, however, could be compensated by controlling the gin's sale price.

Keywords: sweet potato, ethanol, distilled beverage, gin

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição territorial da produção de batata-doce no Brasil.	1
Figura 2: Esquema simplificado para produção de gin destilado.....	4
Figura 3: Exemplo comercial de gin produzido a partir de batata-doce.....	6
Figura 4: Cronograma de produção da planta	8
Figura 5: Curva de inflação implícita	10
Figura 6: Fluxograma resumo do cálculo de fluxos de caixa a valor presente.....	17
Figura 7: Balanço de massa dos macrocomponentes da produção do destilado alcoólico de batata-doce.....	18
Figura 8: Somatório de 10 anos das receitas e custos	19
Figura 9: Fluxos de caixa à firma	20
Figura 10: Distribuição dos dispêndios com impostos sobre a receita	21
Figura 11: Distribuição dos dispêndios com insumos	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Preço dos insumos básicos na produção de gin de batata-doce	10
Tabela 2: Consumo e preços de insumos secundários à produção	11
Tabela 3: Consumos e preços de utilitários	12
Tabela 4: Horas necessárias para completar as atividades diárias da planta.....	13
Tabela 5: Preços e depreciação dos equipamentos necessários.....	14
Tabela 6: Ganho do sistema em relação à respectiva variável.....	23

SUMÁRIO

1	Introdução	1
1.1	Motivação	1
1.2	Objetivo do Trabalho	2
1.3	Estrutura	2
2	Revisão Bibliográfica	4
2.1	Produção de Gin	4
2.2	Produção Alcolica a partir da Batata-doce	5
2.3	Metodologias de <i>Valuations</i> (Valoração)	6
3.	Metodologia Proposta	8
3.1	Capacidade Produtiva	8
3.2	Análise do Preço das Vendas	9
3.3	Custos Operacionais	10
3.3.1	Custos de Insumos e Utilitários	10
3.3.2	Custos de Frete de Venda	12
3.3.3	Custos com Funcionários	13
3.4	Investimentos Iniciais em CAPEX e Depreciação	13
3.5	Deduções	15
3.5.1	IPI	15
3.5.2	PIS/COFINS	15
3.5.3	ICMS	15
3.5.4	Imposto de Renda e Contribuição Social sobre o Lucro Líquido	16
3.6	Despesas	16
3.7	Necessidade Capital de Giro	16
3.8	Resumo da dedução de fluxos de caixa	17
3.9	Análise de Sensibilidade	17
4.	Resultados	18
4.1	Produção Volumétrica Diária	18
4.2	Somatório dos Fluxos de Caixa	18
4.3	Abertura Dos Principais Fluxos Negativos	20

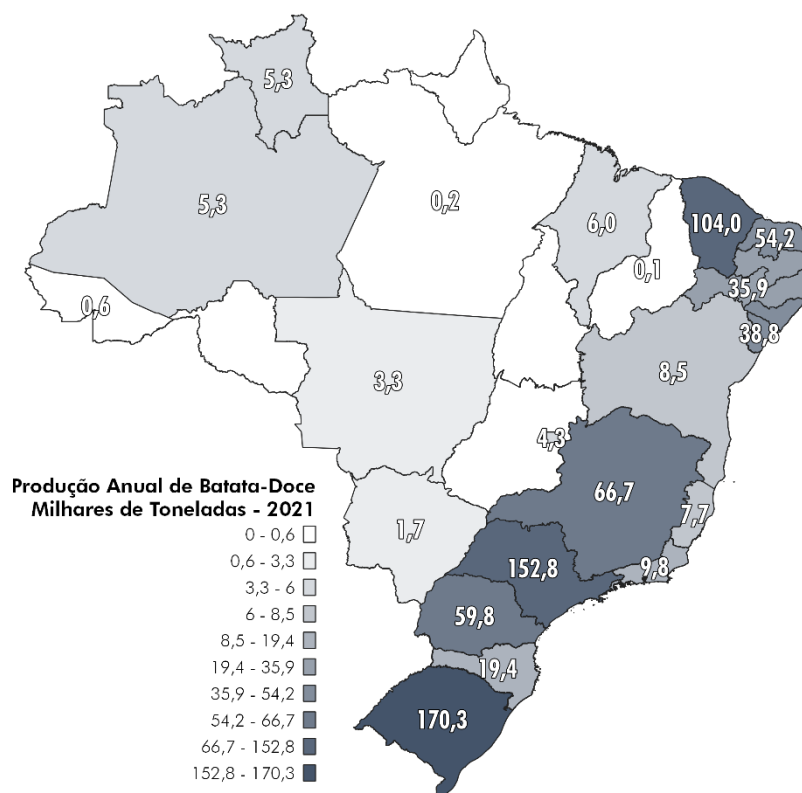
4.4	Análise de sensibilidade	22
5.	Conclusões e Trabalhos Futuros	24
5.1	Trabalhos Futuros	25
	REFERÊNCIAS	26
	APÊNDICE A	30

1 Introdução

1.1 Motivação

Além de ser um alimento nutritivo e uma fonte de energia, a cultura da batata-doce é de grande importância na alimentação animal e na produção industrial de farinha, amido e álcool. Apesar de exigir pouca tecnologia no cultivo, a produção de batata-doce tem aumentado nos últimos anos, de cerca de 475 mil toneladas em 2009 para mais de 825 mil toneladas em 2021 (IBGE, 2023). Como mostra a Figura 1, o Rio Grande do Sul é o maior produtor desse tubérculo no Brasil, com uma produção de 170 mil toneladas em 2021 (IBGE, 2023). Dessa forma, destaca-se a relevância de estudos que busquem agregar mais valor a essa cadeia produtiva do estado.

Figura 1: Distribuição territorial da produção de batata-doce no Brasil.



Fonte: (IBGE, 2023)

Embora estudos anteriores do Grupo de Intensificação, Modelagem, Simulação, Controle e Otimização de processos (GIMSCOP) tenham aperfeiçoado a produção de etanol hidratado combustível (EHC) a partir da batata-doce e demonstrado a viabilidade econômica desse processo (MASIERO, 2012; SCHWEINBERGER, 2016), a cadeia produtiva desse insumo ainda carece de outros produtos de maior valor agregado. Nesse contexto, a indústria de produção

de bebidas alcoólicas se apresenta como uma alternativa plausível para tornar a cadeia produtiva de batata-doce mais rentável e diversificada.

De acordo com dados do Euromonitor (2022), o mercado interno brasileiro consumiu cerca de 15.564 milhões de litros de bebidas alcoólicas em 2021, movimentando mais de R\$ 300 bilhões. Entre 2016 e 2021, esse valor movimentado apresentou uma taxa de crescimento geométrico anualizado (*CAGR*, do inglês *Compound Annual Growth Rate*) nominal de 11,3 %, e as projeções indicam que, na mesma análise, este mercado crescerá cerca de 13,6 % ao ano entre 2021 e 2026. O consumo de gin se destaca nesse setor como um mercado que obteve um dos maiores crescimentos nesse período, apresentando um *CAGR* de vendas de 75,6 % entre 2016 e 2021, e que tem um dos melhores prognósticos de evolução, com perspectiva de crescimento de 33,0 % ao ano até 2026 – atingindo um valor movimentado nominal a nível de varejo na cifra de R\$ 3,8 bilhões.

Dessa forma, o histórico e as perspectivas de vendas favoráveis dessa bebida a tornam um objeto de estudo interessante para análise da viabilidade técnica e econômica de sua produção a partir da batata-doce.

1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade econômica de implantação de uma destilaria teórica de produção da bebida gin a partir da fermentação alcoólica de açúcares da batata-doce, ao invés da fermentação de grãos neutros como trigo, milho ou cevada, como é feita tradicionalmente (Buglass, 2011).

Para tanto, propõe-se a investigação da capacidade produtiva desta planta teórica, assim como os custos de produção e de venda associados. A partir dessas estimativas, busca-se calcular os fluxos de caixa futuros desta operação, que determinarão a viabilidade econômica da implementação desta planta.

Mais especificamente, os critérios de avaliação que se buscam esclarecer neste trabalho são os indicadores de valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e o *payback* descontado. Além disso, será realizada a análise de sensibilidade desta avaliação em relação às variáveis propostas, em uma metodologia análoga àquela de estimativa de ganho em sistemas de controle.

1.3 Estrutura

Neste capítulo, apresentou-se uma visão geral deste trabalho, incluindo seus principais objetivos e motivações para o seu desenvolvimento.

No segundo capítulo deste estudo é realizada uma revisão bibliográfica dos conceitos e informações essenciais que embasam seu desenvolvimento.

O terceiro capítulo apresenta de forma detalhada a metodologia proposta.

O quarto capítulo expõe os principais resultados e inclui discussões e comparações.

Por fim, o quinto capítulo apresenta as conclusões finais e sugere possibilidades para trabalhos futuros.

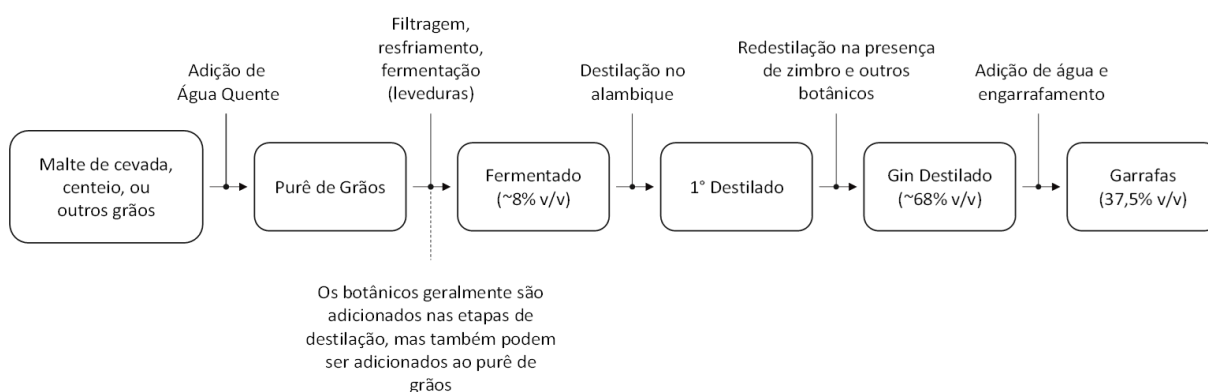
2 Revisão Bibliográfica

2.1 Produção de Gin

O gim ou gin é uma bebida com teor alcoólico variando de 35% a 54% em volume, a 20°C. É produzida pela destilação de álcool etílico de origem agrícola na presença de bagas de zimbro, com ou sem outras substâncias vegetais aromáticas. Alternativamente, pode ser obtida pela adição de extrato de bagas de zimbro e outras substâncias vegetais aromáticas ao álcool etílico. Em ambos os casos, o sabor predominante é o do zimbro, e a bebida pode conter até 15 g de açúcares por litro (BRASIL, 2009).

A produção tradicional de gin envolve várias etapas importantes, conforme ilustrado no esquema simplificado da Figura 2, a começar com a seleção dos grãos, que podem incluir cevada, centeio, e ocasionalmente milho. Esses grãos são maltados, macerados, e em seguida, adicionados à água quente para criar um purê ou mosto de grãos. Embora comumente adicionados na etapa de destilação, alguns fabricantes optam por adicionar o zimbro a este purê.

Figura 2: Esquema simplificado para produção de gin destilado.



Fonte: Adaptado de (BUGLASS, 2011)

Com a ação de leveduras, esse mosto é fermentado e atinge uma concentração alcoólica de aproximadamente 8% v/v. O líquido fermentado é então destilado em um alambique, produzindo um destilado neutro mais concentrado.

O líquido é então redestilado, desta vez na presença de zimbro e outros botânicos, para dar ao gin seu sabor e aroma característicos. Embora cada fabricante tenha uma formulação própria, Ziegler (2007) sugere a adição de 6 g de zimbro para cada litro do produto final. O resultado dessa redestilação é um gin destilado com cerca de 68% v/v de álcool.

Finalmente, o gin é filtrado para remover quaisquer impurezas e depois engarrafado, geralmente em garrafas de vidro com tampa de rosca. Em resumo, a produção de gin envolve várias etapas críticas, incluindo seleção de destilados base, seleção botânica, maceração, fermentação, destilação, mistura, diluição e engarrafamento (Buglass, 2011).

2.2 Produção Alcoólica a partir da Batata-doce

Assim como de outros alimentos amiláceos, o amido presente na batata-doce pode ser hidrolisado através da ação de enzimas, transformando-o em açúcares mais simples que podem ser fermentados por leveduras para a produção de bebidas alcoólicas, como o *shochu*, uma bebida japonesa e asiática tradicional (OKUTSU et al., 2016).

Masiero (2012) descreve um modelo de microusinas descentralizadas para produção de etanol hidratado combustível (EHC), capazes de produzir cerca de 1.000 L/dia do produto a partir da fermentação do amido hidrolisado das raízes de batata-doce. As etapas do processo descrito incluem a lavagem de raízes, desintegração com adição de água, hidrólise enzimática concomitante à fermentação (hidrólise a frio) e destilação. Esse estudo concluiu que o cultivar de batata-doce estudado, BRS Cuia, se mostrou adequado para produção etanol, uma vez que a hidrólise e fermentação completa de seu alto teor de açúcares redutores totais possibilitaria a produção de cerca de 185 litros de etanol por tonelada do tubérculo.

Quanto à produção de bebidas alcoólicas, Weber (2017) estudou métodos alternativos da produção da bebida asiática *shochu* (ou *soju*, na Coreia) e avaliou a viabilidade econômica desse processo, alcançando uma eficiência 55% nas etapas de hidrólise e fermentação (isto é, alcançou-se 55% do valor máximo teórico de conversão molar dos açúcares da batata-doce em etanol). Além disso, Weber (2017) conseguiu reduzir significativamente o tempo de fermentação desta bebida, de 14 dias para apenas 1 dia, e concluiu através da análise econômica que a produção da bebida seria economicamente favorável.

Weber (2017) constatou possíveis eficiências na etapa de hidrólise e fermentação de aproximadamente 70% pelo uso de pectinases, ainda que com produção de volumes de metanol acima daqueles permitidos pela legislação em bebidas alcoólicas. Outros trabalhos desenvolvidos mais recentemente no grupo (D. Carvalho, 18 dezembro, 2022), que alteram a estratégia da utilização das enzimas, atingiram 79,66% de eficiência de fermentação.

No que se refere especificamente a produção de gin a partir de batata-doce, averiguou-se que a empresa inglesa *The Sweet Potato Spirit Company* realiza a venda de destilados produzidos a partir da batata-doce, como gin e vodka.

Figura 3: Exemplo comercial de gin produzido a partir de batata-doce



Fonte: (The Sweet Potato Spirit Company, 2023)

2.3 Metodologias de *Valuations* (Valoração)

De acordo com Damodaran (2012), existem três principais metodologias para avaliar o valor presente de um ativo: o método do Fluxo de Caixa Descontado (DCF), a Avaliação Relativa e a Avaliação Contingente.

O método do Fluxo de Caixa Descontado estima o preço de um ativo a partir do valor presente de seus fluxos de caixa futuros. A Avaliação Relativa relaciona o preço do ativo em questão com outras avaliações comparáveis baseadas em uma variável específica, como a razão dos lucros passados pelo preço da ação. Já a Avaliação Contingente é utilizada para avaliar ativos que possuem características de opções, um contrato financeiro que permite a compra ou venda de um ativo (como uma ação) a um preço pré-determinado em um ponto no futuro.

Quando não há outros ativos comparáveis ou não se negocia o ativo em questão no mercado de opções, recomenda-se a aplicação do primeiro método de avaliação, que envolve a estimativa dos fluxos de caixa futuros. A equação 2.1 descreve como o valor presente líquido (VPL) pode ser deduzido a partir dessas estimativas:

$$VPL = \sum \frac{C_f}{(1+i)^n} \quad (2.1)$$

Onde C_f é o fluxo de caixa futuro, i é taxa de desconto e n é o número de períodos no futuro.

Damodaran (2012) também especifica duas abordagens para aplicar o método do DCF (*Discounted Cash Flow*) em um modelo de avaliação:

1. Descontar o fluxo de caixa livre para a firma (FCFF - *Free Cash Flow to Firm*) usando uma taxa desconto i que leve em consideração o custo de capital próprio dos acionistas e o de terceiros (como aquele dos bancos credores), conhecida como Custo Médio Ponderado de Capital (CMPC) ou *Weighted Average Cost of Capital* (WACC);
2. Utilizar o método do Valor Presente Ajustado (APV - *Adjusted Present Value*), que primeiro calcula o valor da empresa sem alavancagem financeira e, em seguida, incorpora os efeitos da dívida no valor da empresa.

A principal diferença entre esses métodos é que o primeiro considera uma distribuição de dívidas e capital próprio constante ao longo do tempo, enquanto o APV permite a consideração de estruturas de endividamento variáveis. Para o primeiro método, o custo médio ponderado (WACC) pode ser estimado através da equação 2.2, conforme descrito por Fernadéz (2011). Para o segundo método, deve se estimar os efeitos de dívidas sobre o fluxo de caixa da empresa.

$$i = WACC = K_e \times \frac{E}{D+E} + K_d \times \frac{D}{D+E} \times (1 - T) \quad (2.2)$$

Onde K_e é o custo de capital próprio (aos acionistas), K_d é o custo da dívida, E é a fração do capital detento pelos acionistas, D é o valor da dívida, e T é a alíquota de impostos.

Além disso, Damodaran (2012) descreve a metodologia de cálculo do valor presente dos fluxos de caixa na perpetuidade, útil ao assumir que o ativo crescerá a uma taxa constante a partir de um determinado ponto no futuro. Para tal, utiliza-se a equação:

$$VP = \frac{\frac{F_{c_{t+1}}}{WACC-g}}{(1+WACC)^n} \quad (2.3)$$

Onde VP é o valor do ativo na perpetuidade, $F_{c_{t+1}}$ é o fluxo de caixa do último período estimado, e g é a taxa de crescimento na perpetuidade.

3. Metodologia Proposta

Propõe-se a avaliação econômica de uma planta teórica de produção de gin a partir do álcool fermentado de açúcares de batata-doce. Para tanto, adaptou-se a metodologia descrita por Masiero (2012) e Weber (2017) na produção de álcool e bebida destilada de batata-doce em micro destilarias para a produção de gin. Além disso, para atingir o sabor e aroma característico de gin, foi considerada a adição de zimbro ao purê de batata-doce, conforme descrito por Buglass (2011).

Para realizar a avaliação econômica, foi adotada a metodologia dos fluxos de caixa descontados com o custo médio ponderado de capital como taxa de desconto. Para estimar esse custo de capital, estipulou-se uma proporção de dívida e patrimônio acionário (ou *equity*) constante e idêntico à distribuição das empresas de bebidas alcoólicas nos mercados emergentes.

3.1 Capacidade Produtiva

Para avaliar a capacidade produtiva da planta, adaptou-se o balanço de massa do processo de produção do shochu descrito por Weber (2017). Assim como nesse trabalho, considerou-se que o processo de preparo do mosto demanda 1,5 horas, a hidrólise e fermentação leva 24 horas, a destilação requer 2,5 horas, e é preciso adquirir 5 tanques de 1.000 litros cada. Dessa forma, é possível otimizar a capacidade produtiva durante 8 horas diárias de operação, totalizando 40 horas semanais, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4: Cronograma de produção da planta

	Dorna 1	Dorna 2	Dorna 3	Dorna 4	Dorna 5	
08:00	Preparo mosto 8:00 - 9:30		Fermentação Iniciada 9:30/dia anterior	Fermentação	Fermentação	
08:30						
09:00						
09:30	Fermentação		Destilação 9:30 - 12:00	Destilação	Fermentação	
10:00						
10:30		Preparo mosto 10:30 - 12:00		Destilação		Destilação
11:00						
11:30			Preparo mosto 13:00 - 14:30	12:00 - 14:30		Iniciada 14:30/dia anterior
12:00						
12:30		Fermentação				Destilação 14:30 - 17:00
13:00						
13:30						
14:00						
14:30						
15:00		Fermentação				
15:30						
16:00						
16:30						
17:00	Até 9:30 do dia seg.	Até 12:00 do dia seg.	Até 14:30 do dia seg.			

Fonte: (WEBER, 2017)

Uma distinção importante entre este trabalho e o realizado por Weber (2017) é a concentração de etanol em cada uma das bebidas analisadas, o que impacta o volume final

de bebida produzido diariamente. No trabalho referenciado, a fração de etanol no produto final é de apenas 25% (v/v), enquanto volume de etanol na bebida de gin é de, no mínimo, 35% (v/v). Portanto, a produção diária de gin deve ser inferior àquela de shochu nas mesmas configurações, uma vez que não há mesma diluição dos respectivos destilados.

Outra proposta deste trabalho é a adoção de uma eficiência de 79,66% na etapa de hidrólise e fermentação, conforme os trabalhos mais recentes desenvolvidos no GIMSCOP (D. Carvalho, 18 dezembro, 2022).

Outras premissas desta avaliação econômica incluem:

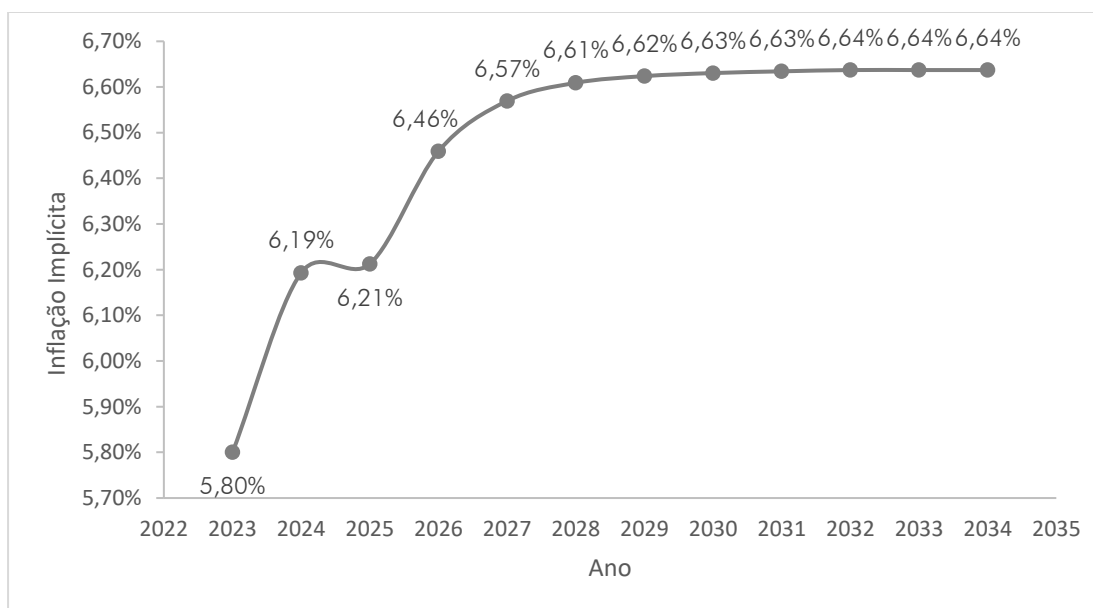
1. Produção nos dias úteis do ano, cujo número é estimado em aproximadamente 252 dias anualmente;
2. Distribuição do gin em garrafas de 1L.

3.2 Análise do Preço das Vendas

Estudos realizados pela plataforma Euromonitor (2022) projetam que o preço de venda de gin no Brasil atingirá a cifra de R\$ 38,90/litro em 2023. Esse valor é a estimativa do preço de venda a nível MSP (*Manufacturer Selling Price*), ou seja, é o valor aferido pela indústria. Portanto, utilizou-se essa estimativa como o preço de gin para 2023 nesta avaliação econômica.

Para estimar os preços de vendas deste bem de consumo em anos posteriores a 2023, inflacionou-se o valor de base de acordo com a inflação implícita dos próximos anos, cuja evolução é ilustrada na Figura 5. A inflação implícita é deduzida a partir diferença entre as curvas de juros de títulos pré-fixados e atrelados ao IPCA (ANBIMA, 2023).

Figura 5: Curva de inflação implícita



Fonte: ("ANBIMA", 2023)

Assume-se que ao realizar a venda de gin a um preço comparável ao restante do mercado, toda produção da planta será escoada.

3.3 Custos Operacionais

3.3.1 Custos de Insumos e Utilitários

Na produção do gin de batata-doce, existem três ingredientes básicos cujos custos devem ser considerados: o custo da batata-doce em si, o custo das garrafas de vidro com tampa e o custo do zimbro. Assim como Masiero (2012) e Weber (2017), assumiu-se que o próprio produtor da batata-doce seria responsável pela destilaria e pelo fornecimento do tubérculo. Dessa forma, adotou-se a estimativa de preço de produção de batata-doce de R\$ 62,16 por tonelada de Masiero (2012) e a inflacionou de acordo com o índice de preços ao produtor de grupos de produtos agropecuários de hortifrutícolas (CEPEA/ESALQ, 2023) entre dezembro de 2011 e dezembro de 2022, que totaliza uma variação de 194,1 %. A tabela 1 indica o preço por quilograma dos insumos básicos para produção de gin de batata-doce.

Tabela 1: Preço dos insumos básicos na produção de gin de batata-doce

Insumos	Preço (R\$/kg)	Referência
Batata-doce	0,18	(Masiero, 2012) (CEPEA/ESALQ, 2023)
Zimbro	33,70	(IBERICA, 2023)
Garrafas de Vidro	4,60	(GSN, 2023)

Além dos três custos básicos descritos na Tabela 1, há também os custos secundários envolvidos nas etapas de transformação dos açúcares redutores da batata-doce em etanol. Uma vez que as quantidades utilizadas desses insumos secundários são proporcionais à massa de raízes processada, apresenta-se na Tabela 2 o consumo normalizado por quilograma de batata-doce, assim como o respectivo preço unitário.

Nesta rota de produção de álcool a partir do amido da batata-doce, a enzima Lphera, uma alfa amilase, transforma o amido em sacarídeos de cadeias mais curtas para que a enzima AMG, uma glucoamilase, possa realizar a quebra desses sacarídeos em açúcares fermentáveis. A partir disso, as leveduras atuam para realizar transformação da glicose em etanol. Uma vez que esse ambiente nutritivo também é favorável à multiplicação de bactérias e outros microrganismos, os quais poderiam competir com as leveduras, adiciona-se uma solução de metabissulfito de potássio para mitigar seus crescimentos. A combinação de citrato de sódio e ácido cítrico é utilizada para formar uma solução tampão, e assim manter o pH do meio próximo a 4,5. Além disso, para controlar a viscosidade do meio, é utilizada a pectinase Pectinex (D. Carvalho, 04 abril, 2023).

Tabela 2: Consumo e preços de insumos secundários à produção

Insumos	Consumo (.kg ⁻¹ de Batata-doce)	Preço (R\$/[L ou kg])	Referência
Enzima AMG	0,51ml	83,58	(LNF Latino América, 2022)
Levedura	3,33g	52,83	(LNF Latino América, 2022)
Metabissulfito de potássio	12,5mg	55,63	(Indupropil, 2023)
Lphera	0,17ml	104,60	(LNF Latino América, 2022)
Pectinex	0,10ml	166,84	(LNF Latino América, 2022)
Ácido cítrico	5,95g	35,00	(4 Well, 2023a)
Citrato de sódio anidro	10,55g	31,68	(4 Well, 2023b)

Além dos custos com insumos, há também os custos com os utilitários. Os consumos diários ou por litro de gin produzido são adaptados do trabalho de Fabricio (2011) e Weschenfelder (2011), e são explicitados, junto de seus preços atualizados, na Tabela 3.

Tabela 3: Consumos e preços de utilitários

Insumos	Consumo	Preço	Referência de Preço
Energia Elétrica	0,14 kWh/L	R\$ 0,65 /kWh	(DME, 2022)
Água	3,4 m ³ /dia	R\$ 8,12 /m ³	(CORSAN, 2023)
Lenha	1,31 ton/dia	R\$ 95,60 /ton	(MFRURAL, 2023)
Óleo	0,13 L/dia	R\$ 13,71 /L	(FERRAMENTAS KENNEDY, 2023)
Diesel	5,04 L/dia	R\$ 6,38 /L	(ANP, 2023)
Graxa	0,008 L/dia	R\$ 21,02 /L	(SUBMARINO, 2023)

Todos os preços de custos foram inflacionados conforme a curva da Figura 5.

3.3.2 Custos de Frete de Venda

Para os propósitos desta análise, calcularam-se os custos de frete utilizando-se da premissa que a venda de gin se concentraria no Rio Grande do Sul. De modo a otimizar esses dispêndios, propõe-se o fornecimento anual aos maiores centros comerciais do estado, estipulados como os municípios cujo PIB per capita é superior à sua mediana e cujo tamanho populacional encontra-se no maior decil do estado, conforme dados do IBGE (2020).

De acordo com o regulamento de transporte rodoviário de carga (BRASIL, 2022), os valores mínimos para o transporte de cargas gerais sobre dois eixos são de R\$ 2,9826/km deslocados, além do valor de R\$ 250,78 na carga e descarga. Estipula-se esses valores como a base de 2023, com reajustes anuais de inflação explicitados na Figura 5.

Para se estimar as distâncias sobre as quais os custos de frete incidirão, propõe-se a aproximação das rotas de entrega como sendo a geodésica que conecta a cidade de origem, estipulada como Porto Alegre, à cidade de destino. Utilizou-se o modelo terra esférica descrito em Penha e Ferraz (2009), cujo cálculo da distância entre dois pontos na superfície terrestre é demonstrado na equação 3.1.

$$d = R * \cos^{-1}(\cos \beta * \cos \gamma + \sin \beta * \sin \gamma * \cos A) \quad (3.1)$$

$$\text{sendo } \beta = 90^\circ - \varphi_1 ; \gamma = 90^\circ - \varphi_2 ; A = \lambda_1 - \lambda_2 \quad (3.2)$$

Onde d é a distância da rota; R é a aproximação do raio médio terrestre (6.371km); φ_1 e φ_2 são as latitudes da cidade de origem e de destino, respectivamente; λ_1 e λ_2 são as longitudes da cidade de origem e de destino, respectivamente.

3.3.3 Custos com Funcionários

Para determinar o custo com funcionários, analisou-se o número de horas diárias necessárias para completar as atividades relacionadas à produção da bebida alcoólica, conforme a Tabela 4.

Tabela 4: Horas necessárias para completar as atividades diárias da planta

Atividade	Horas/dia
Transporte	0,34
Recepção	1,59
Moagem	1,59
Preparo do mosto	4,5
Hidrolise e Fermentação	3,0
Destilação	7,5
Geração de vapor	3,5
Diluição	1,5
Envase	1,5
Rotulagem	1,5
Descarte da vinhaça	0,5

Fonte: (MASIERO, 2012)

O conjunto das atividades diárias totaliza 27 h. Considerando que cada funcionário trabalhará 8 horas nesse período, há a necessidade de 4 funcionários para garantir que todas as atividades serão acompanhadas por pelo menos um operador. Não somente, estipulou-se a necessidade de pelo menos um engenheiro para supervisionar da operação.

Para fins de cálculo de lucro bruto, assumiu-se que o dispêndio com um operador é R\$ 4.000, enquanto o do engenheiro responsável seria de R\$ 8.000 (este valor seria compartilhado por diversas unidades modulares e não representa o valor do salário final do engenheiro responsável). Nesses valores são inclusos os principais encargos sociais e trabalhista. Outros valores relacionados aos gastos com funcionários são incluídos no cálculo das despesas administrativas.

3.4 Investimentos Iniciais em CAPEX e Depreciação

As informações sobre os equipamentos necessários, assim como os respectivos investimentos (ou CAPEX, do inglês *Capital Expenditures*) e tempos de depreciação para processar batata-doce em bebida destilada foi fundamentada no estudo de Weber (2017), cuja unidade base de produção de etanol é proposta por Fabricio (2011). Para atualizar as estimativas do investimento inicial descritas em 2017 a preços equivalentes em 2023, inflacionou-se os valores propostos na primeira referência pelo indicador de IPCA acumulado entre dezembro/2017 e dezembro/2022, que totaliza 32,2% (IBGE, 2023).

Tabela 5: Preços e depreciação dos equipamentos necessários

Equipamento	Unidades Necessárias	Preço/Unidade (R\$ - 2017)	Preço/Unidade (R\$ - 2023)	Tempo de Depreciação (anos)
Trator de 80 CV	1	71.500	94.595	5
Esteira transportadora 2t/h	2	4.400	5.821	10
Balança digital	1	3.300	4.366	10
Lavador e descascador 2t/h	1	11.880	15.717	10
Bomba de água de lavagem	1	550	728	10
Moedor martelo	1	9.900	13.098	10
Rosca sem fim para material triturado	1	1.650	2.183	10
Dornas de fermentação	5	2.200	2.911	10
Agitador	5	1.320	1.746	10
Bomba para recirculação	5	1.320	1.746	10
Bomba de vinho para reservatório	1	1.320	1.746	10
Reservatório	1	2.200	2.911	10
Unidade de destilação 42L/h	1	104.500	138.254	10
Sistema de Resfriamento 10m3/h	1	4.950	6.549	10
Caldeira (4kgf/cm²) 200kg/h	1	27.500	36.383	10
Bomba de etanol para tanque	1	1.320	1.746	10
Reservatório	1	9.900	13.098	10
Bomba de água para diluição	1	550	728	10
Envasadora	1	130.000	171.990	10
Rotuladora	1	25.000	33.075	10
Sistema de aplicação de vinhaça	1	44.000	58.212	10
Açude para armazenagem de vinhaça	1	18.700	24.740	25
Galpão	1	92.400	122.245	25

Fonte: Adaptado de (WEBER, 2017)

No somatório, estima-se que o investimento inicial em equipamentos desta planta é de R\$786.020,76.

3.5 Deduções

Além das devoluções de mercadorias, um aspecto imperativo na análise econômica de bebidas quentes é avaliação dos impostos incidente sobre esse tipo de bem. Neste exercício, as devoluções, que comportam retorno de clientes por arrependimento ou problemas na entrega, foram estipuladas 2% do faturamento bruto anual. Sobre o faturamento líquido de devoluções, incidem os impostos sobre produtos industrializados, sobre a circulação de bens e mercadorias, além das contribuições de PIS e COFINS.

3.5.1 IPI

O imposto sobre produtos industrializados (IPI) incide sobre qualquer bem resultante de uma operação de industrialização, mesmo incompleta, parcial ou intermediária (PORTAL TRIBUTÁRIO, 2023a).

Uma vez que o gin se enquadra nessa definição, há uma alíquota de 19,5% (FAZCOMEX, 2023) sobre a sua comercialização. Entretanto, a legislação prevê a dedução dessa alíquota do IPI pago na aquisição de insumos (PORTAL TRIBUTÁRIO, 2023). Nesta análise, essas deduções referem-se aos créditos de IPI aferidos alíquota de 9,75% incidente sobre o valor de compra das garrafas de vidro.

3.5.2 PIS/COFINS

Além do IPI, outro conjunto de impostos que são debitáveis sobre esta operação são os de PIS e COFINS, cujas alíquotas no regime de lucro real em que se propõe este trabalho são de 2,10% e 9,65%, respectivamente. Assim como no caso anterior, auferiu-se créditos tributários referentes aos impostos pagos nas aquisições de insumos – neste caso, tanto na compra das garrafas como no custo da batata-doce.

3.5.3 ICMS

De acordo com a Receita Estadual (2023), a metodologia de cálculo do imposto de ICMS-ST, que incide sobre a circulação de gin no Rio Grande do Sul é:

$$ICMS_{ST} = [V_{mercadoria} + V_{seguro} + V_{frete} + V_{IPI} + V_{outras}] * (1 + MVA) * i_{interna} - Deb_{próprio} \quad (3.3)$$

onde o ICMS-ST é o imposto incidente sobre a venda de cada garrafa; $V_{índice}$ é o valor por unidade (garrafa) do item no respectivo índice; MVA é a margem de valor agregado da mercadoria, estimada pelo governo do estado; $Deb_{próprio}$ é débito próprio do ICMS do substituto tributário.

O débito próprio pode ser calculado como:

$$Deb_{próprio} = [V_{mercadoria}] * i_{Deb} \quad (3.4)$$

Onde i_{Deb} é a alíquota interna sobre a valor provável de venda ao comerciante adquirente, estimada em 12% neste trabalho (RECEITA ESTADUAL, 2022).

Ressalta-se que valor da mercadoria explicitado na equação 3.3 difere do preço de venda da garrafa de gin exposto no capítulo 3.2, uma vez que o primeiro se refere ao valor de venda líquido de impostos, enquanto o último diz respeito ao preço bruto.

As alíquotas incidentes e o MVA de ICMS averiguados neste exercício são de 27,0 % e 61,75 %, respectivamente (RECEITA ESTADUAL, 2022).

Assim como nos outros impostos desta categoria, o regime de lucro real em que se propõe este trabalho prevê o direito a créditos tributários na aquisição de insumos de empresas optantes pelo Simples Nacional (BRASIL, 2006). Portanto, realizou-se lançamento de créditos auferidos na compra de batata-doce e das garrafas de vidro contra os débitos de ICMS devidos à receita estadual.

3.5.4 Imposto de Renda e Contribuição Social sobre o Lucro Líquido

Além dos impostos sobre o faturamento descritos anteriormente, há também os impostos que incidem sobre o lucro operacional da empresa. Esses impostos são o imposto de renda sobre pessoa jurídica, cuja alíquota é de 25 %, e a contribuição social sobre o lucro líquido, com uma alíquota de 9 %.

3.6 Despesas

Estipula-se que o dispêndio com atividades administrativas da planta será uma fração fixa de sua receita líquida (ROL). A estimativa desse valor será dada como idêntica à fração desse dispêndio que foi realizada em outra empresa no ramo de produção de bebidas, e mais especificamente, à fração realizada pela AMBEV (2022) entre os 1º trimestre de 2015 e 3º trimestre de 2022, de 5,5 % sobre a receita operacional líquida.

Assim como Weber (2017), estipulou-se que as despesas com marketing e vendas seriam de R\$ 200.000,00 no primeiro ano de operação. Além disso, essa cifra foi inflacionada conforme a curva da Figura 5 nos anos seguintes.

3.7 Necessidade Capital de Giro

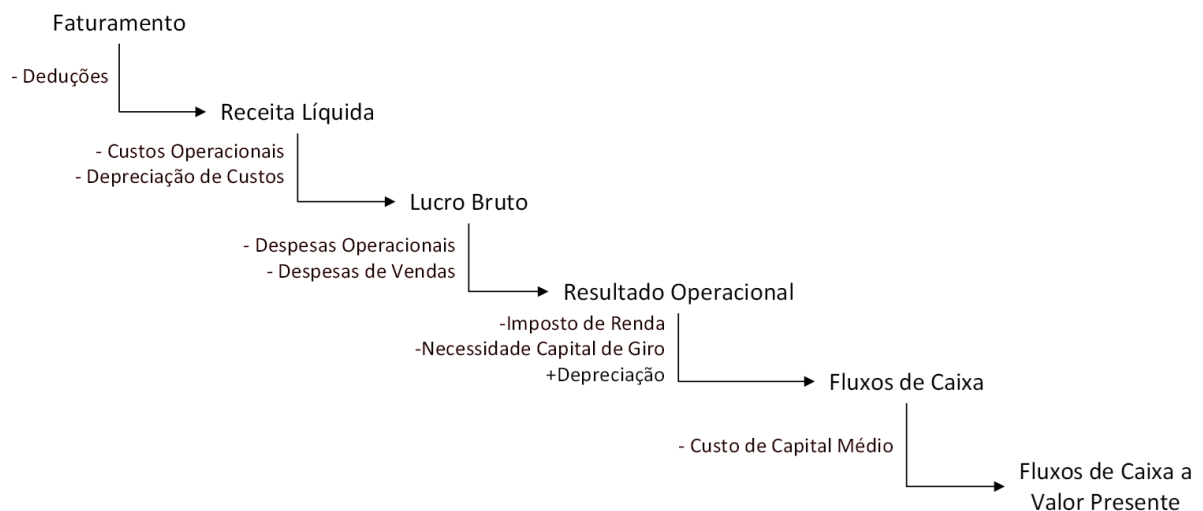
Conforme descrito em Koller; Goedhart; Wessels (2010), a necessidade de capital de giro operacional trata-se dos ativos e passivos de curto prazo necessários para a operação. Essas contas de curto prazo dizem respeito, mais comumente, à extensão do prazo de pagamento dos clientes, à necessidade de estoque, e à extensão de prazos pagamentos aos fornecedores. Para os propósitos desta análise, limitar-se-á o estudo a apenas estas contas.

Estipulou-se a aquisição de estoque necessários para suprir 30 dias de operação. Além disso, estendeu-se o prazo de pagamento de clientes e fornecedores em 15 dias. Com as definições propostas por Koller; Goedhart; Wessels (2010), calculou-se os investimentos em contas de giro necessárias para manter operação.

3.8 Resumo da dedução de fluxos de caixa

A Figura 6 apresenta o mecanismo proposto para avaliar economicamente a produção da planta em questão. Realizou-se a análise de 10 anos produtivos, e aplicou-se o cálculo de fluxos de caixa na perpetuidade descritos por Damodaran (2012).

Figura 6: Fluxograma resumo do cálculo de fluxos de caixa a valor presente



Fonte: Adaptado de Damodaran(2012) e Koller; Goedhart; Wessels (2010)

A depreciação dos equipamentos será deduzida na etapa de cálculo de lucro bruto para reduzir a base de cálculo do imposto de renda, e reintroduzida no cálculo dos fluxos de caixa, uma vez que essa depreciação é um fenômeno contábil sem efeito caixa.

3.9 Análise de Sensibilidade

Para analisar a sensibilidade e robustez da produção de gin em relação às variáveis propostas, aplicou-se o conceito de ganho desenvolvido para sistemas de controle. Em controle de processos, o ganho é uma medida da amplificação de um sinal de entrada que é aplicado a um sistema, e permite analisar como o sistema responderá às mudanças no sinal de entrada.

Para determinar numericamente o ganho nesta análise, perturbou-se individualmente uma série de variáveis em $\pm 0,1\%$ e se avaliou a variação ocorrida no VPL, mantendo todas as outras variáveis constantes. Normalizou-se então a variação observada no sinal de saída (o VPL) pela variação da perturbação para se obter uma aproximação do gradiente local no ponto de operação sugerido.

4. Resultados

4.1 Produção Volumétrica Diária

A partir das premissas de conversão de açúcares redutores em etanol, concluiu-se que a produção total de destilado diária seria de 845,7 litros, com concentração de alcoólica de 35 % (v/v), conforme demonstrado no balanço de massa da Figura 7.

Figura 7: Balanço de massa dos macrocomponentes da produção do destilado alcoólico de batata-doce

Etapa	Água	Açúcares	Etanol	Outros
Batata Doce	2.281,8	723,5		160,8
<i>% Massa Total</i>	72,1%	22,9%		5,1%
Cozimento	2.375,6	723,5		160,8
<i>Variação de Massa</i>	93,8	0,0		0,0
<i>% Massa Total</i>	72,9%	22,2%		4,9%
Diluição	4.486,4	723,5		160,8
<i>Variação de Massa</i>	2.110,8	0,0		0,0
<i>% Massa Total</i>	83,5%	13,5%		3,0%
Hidrólise e Ferm.	4.428,8	147,2	294,6	442,6
<i>Variação de Massa</i>	-57,6	-576,3	294,6	281,8
<i>% Massa Total</i>	83,4%	2,8%	5,5%	8,3%
Destilação	4.428,8	147,2	294,6	442,6
Cabeça	25,0		19,72	
Coração	503,7		233,5	
Cauda	134,9		11,8	
Fundo	3765,2	147,2	29,5	442,6
Volume de Destilado	549,7		296,0	
Volume Separado	503,7		296,0	
Água Adicionada	46,0			
Total (Litros)	845,7			

Fonte: Adaptado de D. Carvalho (comunicação pessoal, 18 dezembro, 2022)

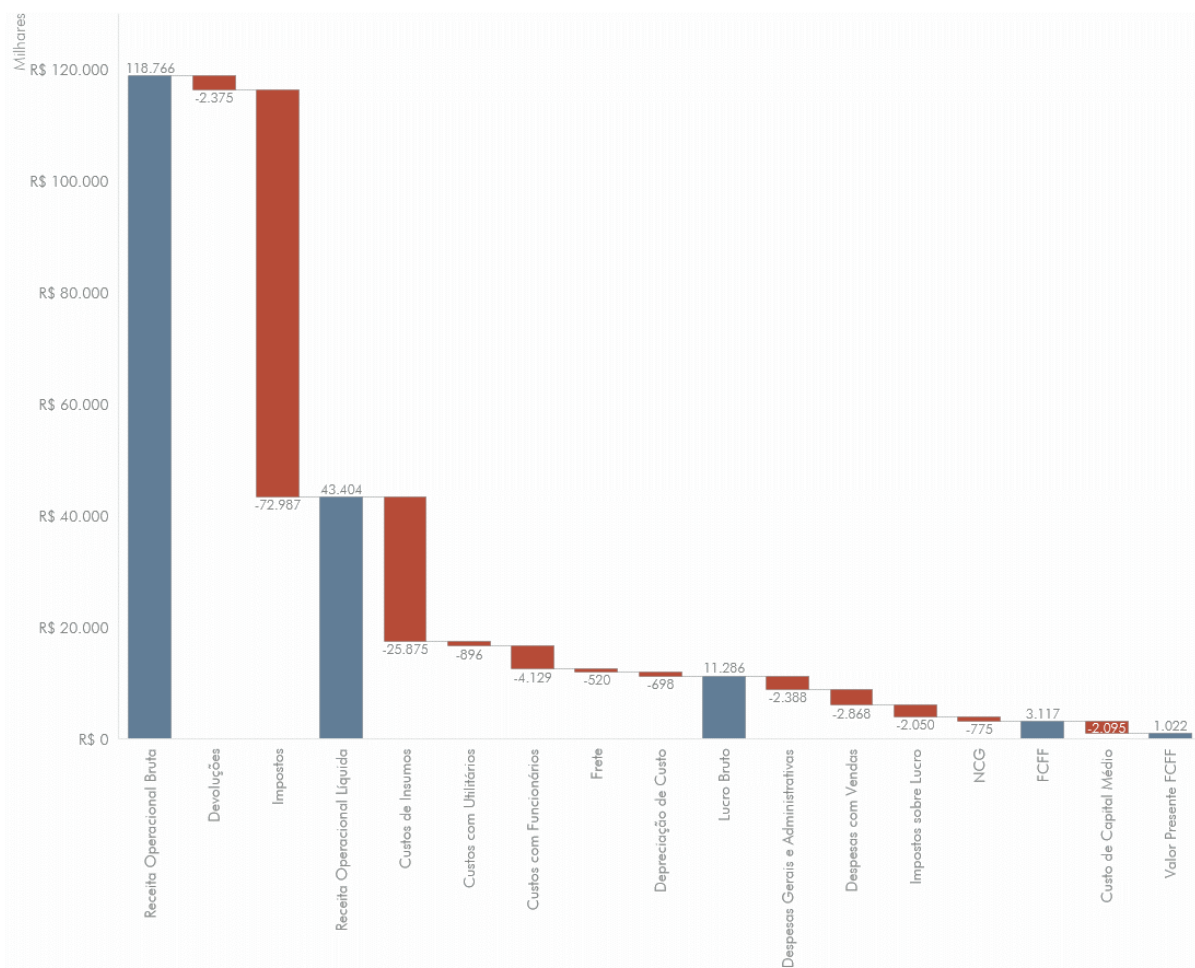
O volume de etanol e água separados da fração de coração, de 296,0 L e 503,7L respectivamente, devem ser diluídos com mais 46,0 L de água para atingir a proporção de álcool desejada (35% v/v), assumindo uma massa específica de etanol de 0,789 g/mL. Dessa forma, são produzidas 213 mil garrafas de 1 L anualmente.

4.2 Somatório dos Fluxos de Caixa

Uma vez determinada a capacidade produtiva da planta, somou-se os fluxos de caixa aferidos e custeados durante o período de análise de 10 anos. A Figura 8 demonstra como

cada um dos custos é deduzido da receita operacional bruta para se alcançar o valor presente dos fluxos de caixa.

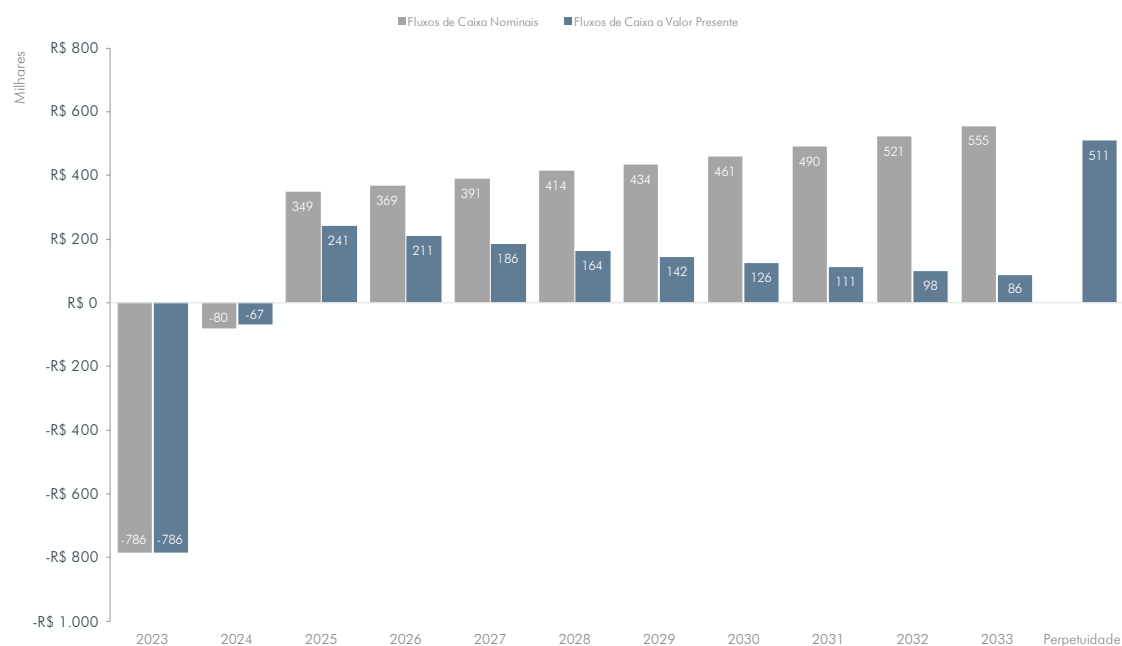
Figura 8: Somatório de 10 anos das receitas e custos



Fonte: Autor

Destaca-se que o somatório dos fluxos de caixa livres à firma (FCFF) é de R\$ 3,1 milhões a valor nominal. Entretanto, devido ao custo de capital médio ponderado (ou WACC) de 20,4%, deduzido no apêndice A, o valor presente líquido (VPL) desses fluxos de caixa é de R\$ 1,0 milhão. A Figura 9 demonstra a evolução desses fluxos de caixas livres, tanto em termos nominais quanto a valor presente.

Figura 9: Fluxos de caixa à firma



Fonte: Autor

Uma vez que o somatório dos fluxos de caixa a valor presente é positivo, pode-se afirmar que a operação, nas condições apresentadas, seria economicamente viável.

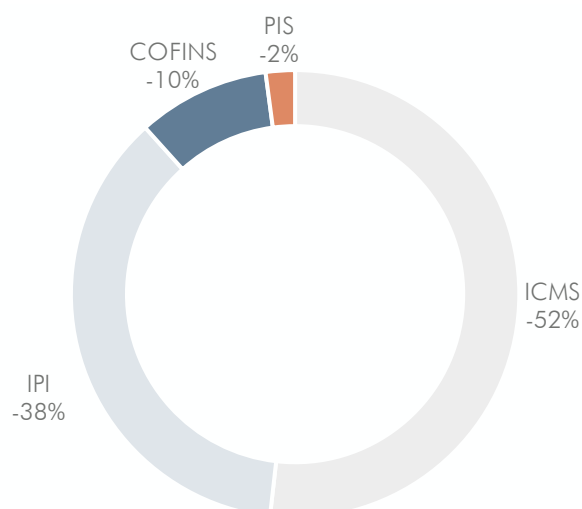
Além do fluxo de caixa negativo no primeiro ano referente aos investimentos em equipamento, há também a necessidade de aportes em capital de giro, especialmente em 2024. Isto é, existe a necessidade de compra de estoques e extensão de prazos de pagamentos a clientes. Compensando-se o caixa que se poupa ao estender o prazo de pagamento de fornecedores, há uma necessidade de capital de giro total de R\$ 437 mil no primeiro ano de operação.

Considerando os fluxos de caixas negativos, a taxa interna de retorno do montante de investimento exigido seria 32,8%, acima do custo de capital médio ponderado. Uma vez que taxa de retorno obtida é maior que o custo de capital médio ponderado, o investimento pode ser considerado atraente. O *payback* descontado, avaliado pelos fluxos de caixa a valor presente ocorreria no 6º ano de operação.

4.3 Abertura Dos Principais Fluxos Negativos

A partir da Figura 9, nota-se que as maiores reduções nos fluxos de caixa ocorrem nas linhas de impostos sobre a receita e nos custos com insumos. Portanto, avalia-se uma abertura maior dos dispêndios dessas categorias na Figura 10 e na Figura 11.

Figura 10: Distribuição dos dispêndios com impostos sobre a receita



Fonte: Autor

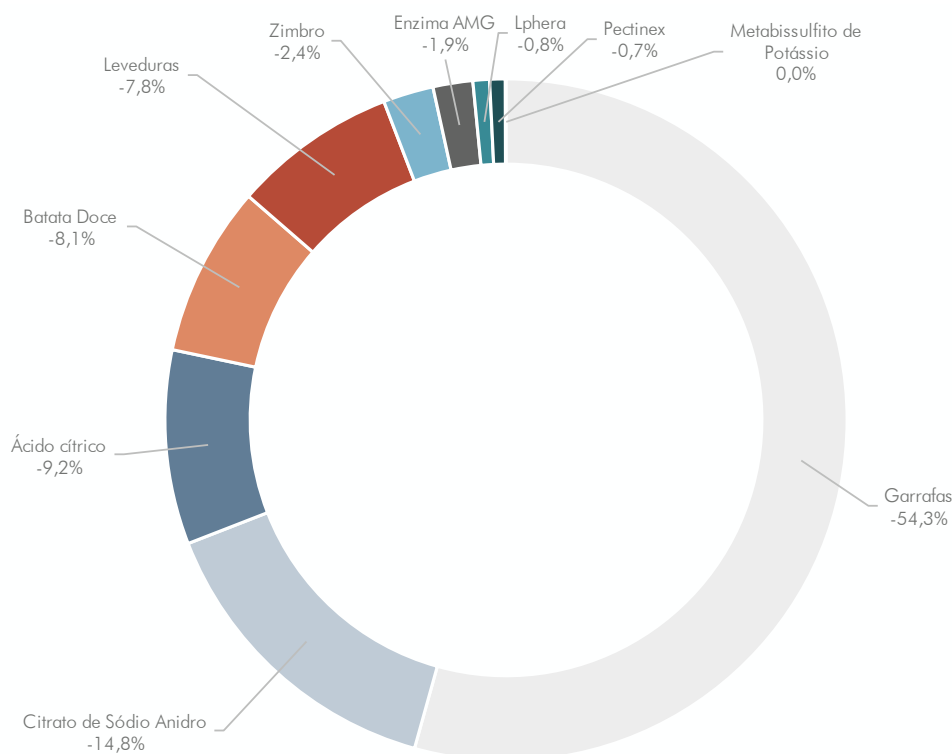
Percebe-se na Figura 10 que os maiores impostos são de ICMS-ST e IPI, respectivamente. O motivo desse elevado dispêndio são as altas alíquotas que são aplicadas sobre a produção e circulação de bebidas quentes. Além disso, não se identificou incentivos fiscais à indústria de gin que possam reduzir a alíquota efetiva desses impostos.

Além dos gastos com impostos, há também um custo elevado com os insumos necessários para a produção direta. Conforme demonstra a Figura 11, o principal gasto é com o valor de aquisição das garrafas de vidro, representando 54,3 % do gasto com insumos e 32,4 % da receita operacional líquida.

Notavelmente, o custo da batata-doce não representa uma fração significativa dos custos operacionais. Isso ocorre pois neste trabalho assume-se um modelo produção verticalizado, em que não há intermediários no fornecimento do tubérculo.

Além disso, a quantidade diminuta de zimbro utilizado, de apenas 6 g/L de gin, evita que esse represente uma fração elevada dos custos totais de produção, apesar do preço por quilograma elevado. Pelo mesmo motivo, o metabissulfito de potássio não representa parcela significativa dos custos, já que é utilizado somente 12,5mg por quilograma de batata-doce processada.

Figura 11: Distribuição dos dispêndios com insumos



Fonte: Autor

4.4 Análise de sensibilidade

Apesar dos valores da análise econômica terem demonstrado a viabilidade da produção de gin, há também a necessidade de avaliar a sensibilidade desse sistema produtivo às variáveis que impactam essa conclusão. Desta forma, determina-se a robustez do sistema a distúrbios, além sugerir possíveis variáveis de controle para otimizar a lucratividade da operação.

A Tabela 6 indica a sensibilidade ou ganho do sistema com relação a um conjunto de variáveis julgadas relevantes para determinar a viabilidade econômica.

Destaca-se que a variável a qual o sistema apresenta a maior sensibilidade no ponto de operação é o preço no qual a garrafa de gin é vendida, uma vez que ela altera diretamente todo o fluxo de caixa consequente.

Em termos de magnitude, a segunda categoria de parâmetros aos quais o sistema apresenta as maiores sensibilidades tratam das alíquotas dos impostos sobre o faturamento, uma vez que a carga tributária sobre tipo de produto analisado representa uma fração elevada das receitas geradas. No somatório de 10 anos, essa fração representou 61,4 % da receita operacional bruta.

As próximas variáveis com maior ganho (em magnitude) referem-se à capacidade produtiva da planta. A escolha da fração volumétrica de etanol na bebida destilada, estabelecida como 35 % (v/v), é fundamental, pois quanto maior este valor, menor será o número de garrafas que poderão ser produzidas e vendidas – e por isso o ganho é negativo. Por outro lado, quanto maior for conversão de açúcares redutores da batata-doce em etanol e maior a fração removida na fração coração da destilação, maior será a capacidade produtiva da planta.

Tabela 6: Ganho do sistema em relação à respectiva variável

Variável	Ganho (K)
Preço De Venda Do Gin	21,9
Alíquota do ICMS-ST	-21,7
Alíquota de IPI Sobre Venda	-21,3
Fração Volumétrica De Etanol No Destilado	-15,4
Fração De Etanol Removido No Coração	15,4
Conversão De Açúcares de Batata-doce Em Etanol	15,4
MVA ICMS-ST	-11,8
Preço De Compra Da Garrafa	-5,9
Custo De Capital Médio Ponderado	-5,2
Despesas Com Vendas	-1,8
% ROL Despesas Gerais E Administrativas	-1,5
Alíquota do ICMS Compra De Garrafas	1,4
Preço De Compra Da Batata-Doce	-1,1
Prazo De Pagamento Dos Clientes	-0,8
Alíquota do IPI Da Compra De Garrafas	0,7
Preço De Compra Do Zimbro	-0,4
Massa De Zimbro Utilizada	-0,4
Dias De Estoque	-0,4
Custo De Frete/Km	-0,2
g - Taxa De Crescimento Perpétuo	0,2
Prazo De Pagamento Dos Fornecedores	0,2
Alíquota do ICMS de Compra De Batata-doce	0,2
Custo De Carga E Descarga	-0,1

Fonte: Autor

5. Conclusões e Trabalhos Futuros

A análise realizada neste trabalho demonstra a viabilidade econômica da planta. Com um valor presente líquido de R\$ 1,0 milhão e uma TIR de 32,8%, há um retorno positivo do investimento e acima do respectivo custo de capital, de 20,4%. Não somente, o *payback* descontado, que considera o valor presente dos fluxos de caixa, ocorreria em 6 anos de operação.

Dentre as contas que mais impactam a avaliação econômica, destacam-se os impostos sobre o faturamento. Além da legislação tributária apresentar um grau de complexidade elevada, conclui-se nessa análise que 61,5% do faturamento bruto auferido é destinado aos pagamentos dos tributos de IPI, ICMS-ST, PIS e COFINS. Quanto a este aspecto, o produtor tem poucas maneiras de mitigar os efeitos sobre sua lucratividade, podendo realizar um estudo minucioso para aproveitar todos os créditos aplicáveis.

Quanto aos custos inerentes à produção de gin de batata-doce, destaca-se o custo de aquisição de garrafas de vidro. Entretanto, este custo em específico poderia ser reduzido pela negociação diretamente com o fabricante na compra em grandes volumes. Além disso, a produção em escalas maiores também possibilitaria a verticalização da produção de garrafas, que tenderia a diminuir os custos relacionados às embalagens.

Em relação aos três principais fatores operacionais, (i) a fração volumétrica de etanol no destilado, (ii) a fração de etanol removido no coração da destilação e (iii) a conversão de açúcares de batata-doce em etanol, observa-se um ganho 15,4 em magnitude. Essas três variáveis apresentam o mesmo ganho em módulo, pois, fundamentalmente, afetam a mesma variável dependente: a quantidade de álcool disponível para a produção de garrafas de gin. Um aumento no conteúdo alcoólico de cada unidade vendida reduziria o volume total de garrafas que poderiam ser produzidas. Ao mesmo tempo, um aumento da eficiência de conversão de açúcares ou da separação desse etanol na etapa de destilação disponibilizaria mais álcool para a produção de mais de unidades de gin.

Apesar da análise econômica ter demonstrado a viabilidade da operação como apresentada, é possível concluir a partir da tabela de sensibilidade que o sistema é instável em relação às variáveis que tangem impostos e a produção de etanol diária. Devido aos ganhos elevados, pequenas variações nos pontos de operação desses parâmetros poderiam alterar a conclusão da viabilidade econômica. A título de exemplo, uma alteração na legislação tributária durante o período projetado na análise poderia inviabilizar a conclusão apresentada.

Mesmo com essa sensibilidade elevada aos custos, ressalta-se que a variável com o maior ganho observado é o preço de venda do gin. Como esse bem de consumo não é uma *commodity* como a batata-doce, é plausível afirmar que seu preço de venda poderia ser elevado para compensar efeitos de distúrbios que venham a prejudicar os fluxos de caixa à firma.

Além disso, possíveis otimizações nas variáveis operacionais poderiam aumentar consideravelmente o valor presente da planta. Como demonstra a tabela de ganhos, uma melhoria na conversão de açúcares redutores em etanol ou na fração de etanol removida no coração da destilação teriam impactos consideráveis nos fluxos de caixa, uma vez que aumentariam a capacidade produtiva diária da planta.

5.1 Trabalhos Futuros

Avaliação experimental da produção de gin em escala laboratorial. Embora similar aos processos de produção de bebidas alcoólicas desenvolvidos anteriormente no GIMSCOP, a produção de gin de batata-doce apresenta algumas particularidades específicas, como a adição de zimbro às etapas de produção alcoólicas e na destilação. Sugere-se avaliar se os parâmetros operacionais descritos neste trabalho se concretizam para o caso particular de produção de gin.

Análise da econômica da produção de *soft drinks*. A produção de *soft drinks* alcoólicos, isto é, misturas alcoólicas compostas, também se apresenta uma alternativa plausível para agregar valor à cadeia produtiva de batata-doce. Como esse tipo de bebida apresenta uma concentração alcoólica inferior àquela de gin, sua produção volumétrica diária seria superior nas mesmas condições, já que cada unidade necessitaria uma fração menor do etanol produzido. Além disso, os *soft drinks* são mais comumente comercializados em recipientes de alumínio, com um custo unitário possivelmente inferior àquele despendido nas garrafas de vidro, o maior custo da produção de gin. Nessas condições, a produção e comercialização de *soft drinks* de batata-doce apresenta um prognóstico de lucratividade ainda maior que a produção de gin.

REFERÊNCIAS

4 Well. Disponível em: <https://www.4wellbrasil.com.br/MLB-2194668660-acido-citrico-anidro-25kg-alimenticio-_JM>. Acesso em: 11 mar. 2023a.

4 Well. Disponível em: <https://www.4wellbrasil.com.br/MLB-1989035174-citrato-de-sodio-25kg-_JM>. Acesso em: 11 mar. 2023b.

AMBEV. Divulgação de Resultados. Disponível em: <<https://ri.ambev.com.br/relatorios-publicacoes/divulgacao-de-resultados/>>. Acesso em: 28 jan. 2023.

ANBIMA. Disponível em: <https://www.anbima.com.br/pt_br/informar/curvas-de-juros-fechamento.htm>. Acesso em: 9 mar. 2023.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/precos-e-defesa-da-concorrenca/precos>>. Acesso em: 8 out. 2023.

BLOOMBERG. United States Rates & Bonds. Disponível em: <<https://www.bloomberg.com/markets/rates-bonds/government-bonds/us>>. Acesso em: 18 jan. 2023.

BRASIL. Art.23, §1º da Lei Complementar nº. 123/2006 em seus Anexos I e II. . 2006.

BRASIL. Artigo 63 do Decreto nº 6.871 de 04 de Junho de 2009. 2009.

BRASIL. PORTARIA SUROC Nº 219, DE 3 DE OUTUBRO DE 2022. . 2022.

BUGLASS, A. J. Handbook of Alcoholic Beverages, 2 Volume Set: Technical, Analytical and Nutritional Aspects. [s.l.] John Wiley & Sons, 2011. v. 1

CEPEA/ESALQ. Índices de Preços ao Produtor de Grupos de Produtos Agropecuários. Disponível em: <<https://www.submarino.com.br/marca/ingrax>>. Acesso em: 14 mar. 2023.

CORSAN. Sistema Tarifário de Água. Disponível em: <<https://www.corsan.com.br/sistematarifario>>. Acesso em: 14 fev. 2023.

DAMODARAN, A. Debt and Equity Distribution in Emerging Markets. Disponível em: <<https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/waccemerg.xls>>. Acesso em: 4 fev. 2023.

DAMODARAN, A. Betas by Sector (US). Disponível em: <https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html>. Acesso em: 13 fev. 2023b.

DAMODARAN, A. Country Default Spreads and Risk Premiums. Disponível em: <https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html>. Acesso em: 18 jan. 2023c.

DAMODARAN, A. **Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset.** [s.l.] John Wiley & Sons, 2012.

DME. **Tarifas e Taxas de Energia Elétrica.** Disponível em: <<http://www.dme-pc.com.br/atendimento/tarifas>>. Acesso em: 14 fev. 2023.

EMBRAPA. **Sistema de Produção de Batata-Doce.** , 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalicas/batata-doce/introducao2>>. Acesso em: 11 mar. 2023

Euromonitor. Disponível em: <<https://www.euromonitor.com/>>. Acesso em: 12 fev. 2023.

FABRICIO, A. M. Determinação dos custos de produção do etanol a partir da mandioca (*Manihot esculenta crantz*) pelo método de Custeio Baseado em Atividades (ABC). 2011.

FAZCOMEX. **Informações da NCM 2208.50.00 - Gim e genebra.** Disponível em: <https://www.portaltributario.com.br/guia/ipi_cred.html>. Acesso em: 27 fev. 2023.

FERNÁNDEZ, P. **WACC: Definition, Misconceptions and Errors.** IESE Business School–University of Navarra. [s.l.] Working Paper. WP-914.(DI-0914-E), 2011.

FERRAMENTAS KENNEDY. **Preço de Óleo.** Disponível em: <<https://www.ferramentaskennedy.com.br/100042667/oleo-de-motor-agricola-uni-tdh-multi-20w30-ingrax-20-litros>>. Acesso em: 13 mar. 2023.

GSN. **Cotação de Garrafas de Vidro de 1L com Rolha.** Disponível em: <https://www.gsonline.com.br/standard/litro-gin-1000-ml?variant_id=1525>. Acesso em: 11 mar. 2023.

IBBOTSON, R. et al. 2016 SBBI Yearbook: Stocks, Bonds, Bills, and Inflation. [s.l.] John Wiley and Sons, Incorporated, 2016.

IBERICA. **Cotação de 20kg de Zimbros.** Disponível em: <<https://ibericacomercio.com/produto/zimbros-em-grao/>>. Acesso em: 11 mar. 2023.

IBGE. **Informações por Cidades e Estados.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs.html>>. Acesso em: 12 fev. 2023.

IBGE. **Calculadora de Inflação Acumulada.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>>. Acesso em: 11 mar. 2023

IBGE. **Produção Agrícola.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/14/10233>>. Acesso em: 04 de abr. 2023.

Indupropil. Disponível em: <<https://www.indupropil.com.br/metabissulfito-de-potassio.html>>. Acesso em: 11 mar. 2023.

IPEA. Emerging Markets Bond Index Plus. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=40940&module=M>>. Acesso em: 18 jan. 2023.

KOLLER, T.; GOEDHART, M.; WESSELS, D. **Valuation: measuring and managing the value of companies.** [s.l.] John Wiley and sons, 2010. v. 499

LNf Latino América. United States Rates & Bonds. Disponível em: <<https://lnf.com.br/>>. Acesso em: 2022.

MASIERO, S. S. Microusinas de etanol de batata-doce: viabilidade econômica e técnica. 2012.

MFRURAL. **Preço de Lenha.** Disponível em: <<https://www.mfrural.com.br/>>. Acesso em: 13 mar. 2023.

OKUTSU, K. et al. Effects of the cultivation period of sweet potato on the sensory quality of imo-shochu, a Japanese traditional spirit. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 122, n. 1, p. 168–174, 2016.

PENHA, J. W. DA; FERRAZ, A. S. Análise comparativa de distâncias nos seguintes modelos: Esférico e Elipsoidal. **Revista Agrogeoambiental**, v. 1, n. 1, 1 abr. 2009.

PORTAL TRIBUTÁRIO. **IPI – CRÉDITO DO IMPOSTO.** Disponível em: <https://www.portaltributario.com.br/guia/ipi_cred.html>. Acesso em: 12 fev. 2023.

RECEITA ESTADUAL. LEGISLAÇÃO SETORIAL COMPILADA BEBIDAS. . 2022.

RECEITA ESTADUAL. **ORIENTAÇÕES PARA CÁLCULO DO DÉBITO DE ICMS-ST NAS OPERAÇÕES INTERESTADUAIS E GERAÇÃO DA GNRE PARA PAGAMENTO PARA SUBSTITUTO NÃO-INSCRITO.** , 2023. Disponível em: <<https://receita.fazenda.rs.gov.br/inicial>>. Acesso em: 25 fev. 2023

SCHWEINBERGER, C. M. Inovação e Otimização no Processo de Produção de Etanol a partir de Batata-Doce. 2016.

SUBMARINO. **Preço de Graxa.** Disponível em: <<https://www.submarino.com.br/marca/ingrax>>. Acesso em: 13 mar. 2023.

TESOURO DIRETO. **PREÇOS E TAXAS DOS TÍTULOS IPCA, PRÉ E PÓS-FIXADOS.** Disponível em: <<https://www.tesourodireto.com.br/titulos/precos-e-taxas.htm>>. Acesso em: 18 jan. 2023.

The Sweet Potato Spirit Company. Disponível em: <<https://www.thesweetpotatospiritcompany.com/>>.

WEBER, C. T. Produção, caracterização e avaliação econômica de destilados de batata doce. 2017.

ZIEGLER, H. **Flavourings: production, composition, applications, regulations.** [s.l.] John Wiley & Sons, 2007.

APÊNDICE A

Cálculo do Custo de Capital Médio Ponderado

De acordo com Damodaran (2023a), a proporção de patrimônio acionário, atribuída à variável “E”, e a proporção de dívidas “D” no financiamento de empresas de bebidas alcoólicas nos mercados emergentes é de 97,96% e 2,04%, respectivamente. O coeficiente linear dos retornos desalavancados do setor de bebidas alcoólicas dos EUA em relação ao restante do mercado, β_{desl} , é 0,86 (Damodaran, 2023b). Ao mesmo tempo, a taxa de imposto marginal que pode ser deduzida do custo de dívida, T, é 34% no Brasil, conforme as alíquotas do imposto de renda de pessoa jurídica e contribuição social do lucro líquido. Por conta da estrutura de capital composta principalmente por *equity* (patrimônio acionário) no setor, a estimativa de 0,87 para o valor de β_{alav} é próxima ao valor β_{desl} .

$$\beta_{alav} = \beta_{desal} \times \left(1 + (1 - T) \times \left(\frac{E}{D} \right) \right)$$

$$\beta_{alav} = 0,86 \times \left(1 + (1 - 34\%) \times \left(\frac{2,04\%}{97,96\%} \right) \right) = 0,87$$

O prêmio de risco do mercado americano (*Equity Risk Premium*), R_p , é estimado em 5,94% (Damodaran, 2023c). O retorno do ativo livre de risco, R_f , é definido como a taxa de juros paga pelo título de 10 anos do governo americano, no valor de 3,02% ao ano (Bloomberg, 2023). Além disso, adiciona-se um termo relacionado ao prêmio do “risco Brasil”, verificado em 2,52% pela definição da diferença entre de juros pagos nos seguros de títulos de países emergentes e nos títulos emitidos pelo Tesouro Americano (IPEA, 2023). Por último, adiciona-se um prêmio por porte de empresa de 5,6%, conforme indicado por (IBBOTSON et al., 2016) para empresas do menor decil de tamanho. Dessa forma, obtém-se um custo de capital de base EUA de 16,3%.

$$K_{e\text{EUA}} = \beta_{alav} \times r_p + r_f + r_b + r_p$$

$$K_{e\text{EUA}} = 0,87 \times 5,94\% + 3,02\% + 2,52\% + 5,60\% = 16,31\%$$

Entretanto, essa estimativa de custo de capital de base EUA não incorpora as estimativas de inflação da economia brasileira. Para tal, é necessário estimar o custo de capital acionário real (sem efeitos de inflação) do mercado americano, e incorporar os efeitos das projeções de inflação no Brasil sobre este valor real. Para obter o custo de capital acionário real nos Estados Unidos, assume-se que o *Consumer Price Index* (CPI), que mede a inflação americana, será 0,23% inferior a taxa provida pelo título do tesouro americano de 10 anos, de 3,02%. A partir disto, estima-se que CPI será de 2,78% e o custo de capital acionário real nos EUA será de 13,16%.

$$K_{eREAL} = \frac{1 + K_{eEUA}}{1 + CPI} = \frac{1 + K_{eEUA}}{\frac{1 + r_f}{1 + 0,23\%}}$$

$$K_{eREAL} = \frac{(1 + 16,31\%)}{\frac{(1 + 3,02\%)}{1 + 0,23\%}} = 13,16\%$$

Para incorporar os efeitos da inflação brasileira ao custo de capital acionário utilizado nesta análise, multiplica-se o custo de capital acionário real pela projeção do indicador de inflação de IPCA de 6,64%, conforme indicado na Figura 5. Dessa forma, obtém um custo de capital acionário no Brasil de 20,67%.

$$K_e = K_{eNOMINAL} = (1 + K_{eREAL}) \times (1 + IPCA_n) - 1$$

$$K_e = K_{eNOMINAL} = (1 + 13,16\%) \times (1 + 6,64\%) - 1 = 20,67\%$$

Quanto ao custo de dívida K_d , utiliza-se a métrica da taxa de juros paga pelo título do tesouro pré-fixado de 10 anos, de 13,08%.

Pondera-se então os custos de capital pela proporção que cada tipo de financiamento representa da estrutura de capital da empresa. Assume que essa estrutura de capital é idêntica às outras empresas de bebidas alcoólicas de mercados emergentes.

$$i = WACC = K_e \times \frac{E}{D + E} + K_d \times \frac{D}{D + E} \times (1 - T)$$

$$i = WACC = 20,67\% \times \frac{97,96\%}{100\%} + 13,08\% \times \frac{2,04\%}{100\%} \times (1 - 34\%)$$

$$i = WACC = 20,42\%$$