

MINIMIZAÇÃO DOS CUSTOS DE COMPRAS PARA O MICRO EMPREENDEDOR INDIVIDUAL UTILIZANDO A PROGRAMAÇÃO LINEAR: UM ESTUDO DE CASO EM UM EMPREENDIMENTO DE GELEIAS CASEIRAS

Kelvin Everton Melo (UFAL) - kelvinevertonmelo@hotmail.com

Igor Eduardo Melo (UFAL) - iiggoorr12345@hotmail.com

Resumo:

O presente artigo trata-se de um estudo de caso aplicado junto a um microempreendedor individual que fabrica e comercializa geleias caseiras na cidade de Delmiro Gouveia - AL; com o objeto de minimizar os custos das compras semanais de seus insumos pautados pelas restrições financeiras, laborais, de demanda e produção. Para isso, aplicou-se o método Simplex, através da ferramenta online PHPSimplex, para estruturar as condicionantes na forma de um modelo matemático tendo por arcabouço a revisão da literatura desenvolvida; a qual convergiu para um método de pesquisa híbrido, liderado pelas aplicações de Andrade (2011) e Santos et. al. (2015). Ao fim, os resultados apresentaram a necessidade de se atender, no mínimo, a demanda percebida pelo uso de 51,13% dos recursos financeiros possíveis, assim como, para projeções futuras de seus mensais poder atender no máximo 1500 geleias/mês caso queira continuar sendo classificado como Microempreendedor Individual.

Palavras-chave: *Método Simplex, Minimização de custos, Mix de insumos, Microempreendedor individual.*

Área temática: *Métodos quantitativos aplicados à gestão de custos*

MINIMIZAÇÃO DOS CUSTOS DE COMPRAS PARA O MICRO EMPREENDEDOR INDIVIDUAL UTILIZANDO A PROGRAMAÇÃO LINEAR: UM ESTUDO DE CASO EM UM EMPREENDIMENTO DE GELEIAS CASEIRAS

Resumo

O presente artigo trata-se de um estudo de caso aplicado junto a um microempreendedor individual que fabrica e comercializa geleias caseiras na cidade de Delmiro Gouveia – AL; com o objeto de minimizar os custos das compras semanais de seus insumos pautados pelas restrições financeiras, laborais, de demanda e produção. Para isso, aplicou-se o método Simplex, através da ferramenta online *PHPSimplex*, para estruturar as condicionantes na forma de um modelo matemático tendo por arcabouço a revisão da literatura desenvolvida; a qual convergiu para um método de pesquisa híbrido, liderado pelas aplicações de Andrade (2011) e Santos et. al. (2015). Ao fim, os resultados apresentaram a necessidade de se atender, no mínimo, a demanda percebida pelo uso de 51,13% dos recursos financeiros possíveis, assim como, para projeções futuras de seus mensais poder atender no máximo 1500 geleias/mês caso queira continuar sendo classificado como Microempreendedor Individual.

Palavras-chave: Método Simplex, Minimização de custos, Mix de insumos, Microempreendedor individual.

Área Temática: Métodos quantitativos aplicados à gestão de custos.

1 Introdução

O desenvolvimento da programação linear tem sido classificado como um dos mais importantes avanços científicos dos meados do século XX (BARBOSA, 2014). Sobretudo, no dinamismo da sua aplicação em situações de programação e controle da produção cuja finalidade está apoiada em dois cenários possíveis: minimizar os custos; assim como, maximizar receita e lucros. Isso porque, segundo Hillier e Lieberman (2013) e Milhomen et. al. (2015), onde se considere uma problematização da alocação de recursos devido justamente as suas limitações; busca-se estruturá-la por meio de relações matemáticas em um sistema de equações lineares, visando que a sua solução indique o melhor aproveitamento de tais recursos sujeitos as restrições de caráter econômico, insumos físicos, temporal e recursos humanos dentre todas as possibilidades possíveis.

Não alheio a essas implicações, o Sebrae (2018) aponta a figura do microempreendedor, inserido em seu negócio, como um agente de decisões que deve almejar uma gestão de recursos essencialmente estratégica; calcado nas restrições que lhe são inerentes. No entanto, o seu maior desafio está no controle financeiro, realizado em muitas situações, de modo empírico; um comportamento que acarreta, dentre outras consequências, em uma administração defasada, principalmente, na compra de insumos. Diante disso, a atual aplicabilidade da programação linear suportada por *softwares* no apoio da tomada de decisões, revela-se um caminho para a gestão de negócios com dimensões menores, mas com considerável grau de ‘*n*’ implicações a serem ministradas.

Assim sendo, o desígnio deste estudo, consiste, por meio da aplicação dos conceitos da programação linear, em formular um modelo matemático e, posteriormente, solucioná-lo através do Método Simplex com o auxílio da ferramenta *PHPSimplex*; tomando por objeto de

estudo, um microempreendedor individual que busca uma solução viável na minimização de custos com a compra de seus insumos periodicamente visando a produção de geleias caseiras. Para isso, este artigo encontra-se estruturado na forma de estudo de caso, dividido em três etapas: Referencial teórico, Procedimentos metodológicos e, Resultados e discussões.

2 Referencial teórico

Neste tópico é apresentada uma contextualização teórica suportada no apontamento de conceitos, discussões e argumentos relevantes ao presente estudo, por meio do posicionamento de variados autores acerca dos temas: Pesquisa Operacional e Micro empreendedor individual.

2.1 Pesquisa Operacional

Segundo, Junior et. al. (2010) e Ferreira e Bachega (2011), a Pesquisa Operacional (PO) tem seu histórico como resultado da Segunda Guerra Mundial, onde o contexto estratégico exigido intensificou a construção de modelos matemáticos a fim de apresentar soluções para problemas específicos de operações militares. Por consequência, após a guerra, suas aplicações se estenderam para o meio acadêmico e empresarial (FERREIRA e BACHEGA, 2011).

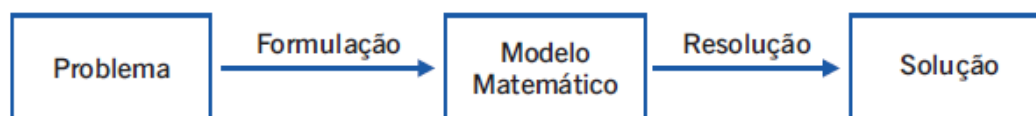
Assim, com efeito, a Pesquisa Operacional, atualmente, pelas visões de Junior et. al. (2010) e Andrade (2011), consiste em uma disciplina metodológica sustentada pela unificação dos conhecimentos teóricos de quatro ciências essenciais durante o processo de preparação, análise e tomadas de decisão gerenciais: economia, matemática, estatística e informática.

Em que, essa natureza determinística, por Junior et. al. (2010), confere a programação linear a pretensão de criar modelos matemáticos que visam a resolução de problemas reais traduzidos pela justaposição de relações matemáticas. Por isso, atualmente, a Pesquisa Operacional pode ser aplicada em diversas áreas como manufatura, transportes, planejamento financeiro, serviços públicos e muitas outras, buscando a melhor solução para a organização como um todo (BILINSKI et. al., 2016).

2.1.2 Programação Linear

Santos et. al. (2015) a define como sendo uma técnica em busca da solução ótima partindo do princípio da análise de todas as soluções possíveis em uma situação específica. Para tal, Andrade (2011) a descreve em um modelo matemático formulado a partir de um problema percebido; esquematizado na figura 01.

Figura 01 – Etapas da Programação Linear



Fonte: Souto-Maior (2014)

Não obstante, a figura 01, condensa os pensamentos de Moreira (2007), Longaray e Bauren (2001). Ferreira e Bachega (2011), Hillier e Lieberman (2013), Barbosa (2014), Bilinski et. al. (2016) e Junior et. al. (2016), no que se refere ao buscar extrair do universo do problema todas as condicionantes relevantes para a formulação de um modelo matemático que necessita passar por um processo de resolução, no intuito de conferir uma solução ótima.

O modelo, durante sua formulação, deve evidenciar os aspectos cruciais do problema. Para tanto, Moreira (2007), junto aos demais anteriormente citados, denota que este, através da linguagem matemática, deve ser composto por uma função objetivo linear e de restrições

(delimitações inerentes da natureza do problema) formatadas em um sistema de equações e inequações lineares. Uma vez que, os bons modelos serão os mais próximos da realidade e de fácil experimentação (BARBOSA, 2014).

De acordo com os autores, a função objetivo, a depender da natureza do problema, pode ser maximizada (gerar lucro) ou minimizada (reduzir custos); assim como, toda a função objetivo estará sujeita a restrições (BARBOSA, 2014) representada abaixo:

$$\text{Máx ou Min } f(x_1, x_2, \dots, x_i)$$

Por ser um modelo determinístico, todas as suas variáveis são lineares, constantes e conhecidas (JUNIOR et. al., 2016); isso determina que cada variável que aparece na formulação do problema está na forma (LONGAREY & BEUREN, 2001).

$$k.x$$

onde: k é um parâmetro, uma constante associada a variável;
 x é uma determinada variável de decisão associada a constante.

Por conseguinte, as inequações e equações lineares, também como na função objetivo, Longarey e Beuren (2001), Andrade (2011), Hillier e Lieberman (2013) e Junior et. al. (2016) são formadas pelo somatório (Σ) do produto entre as i restrições relevantes para o modelo, como descrita abaixo:

$$k_1x_1 + k_2x_2 + \dots + k_ix_i \text{ ou } \sum_{i=1}^n k_i x_i$$

Seguindo esse raciocínio, todas as (in) equações lineares encontram-se limitadas as capacidades de recursos disponíveis inseridas ao problema, representadas por b_j , onde $j = \{1, 2, \dots, j\}$.

$$k_1x_1 + k_2x_2 + \dots + k_ix_i \{ \leq, =, \geq \} b_1$$

Outra restrição que deve ser escrita, apesar de ser óbvia é a restrição de não-negatividade das variáveis (ANDRADE, 2011).

$$x_1, x_2, \dots, x_i \geq 0$$

Afinal, a montagem do modelo é definida abaixo:

$$\text{Máx ou Min } f(x_1, x_2, \dots, x_i)$$

$$\begin{array}{cccccc} k_1x_1 + k_2x_2 + \dots + k_ix_i \{ \leq, =, \geq \} b_1 & & & & & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ k_1x_1 + k_2x_2 + \dots + k_ix_i \{ \leq, =, \geq \} b_j & & & & & \\ x_1, x_2, \dots, x_i \geq 0 & & & & & \end{array}$$

De um modo geral, Moreira (2007), Andrade (2011), Hillier e Lieberman (2013) e Barbosa (2014), colocam que há vários métodos algébricos para a solução de um modelo matemático, principalmente, por meio de *softwares* específicos. Para a finalidade deste artigo, considerou-se o método Simplex configurado na ferramenta online PHPSimplex.

2.1.2 Método Simplex

O Simplex é uma metodologia que envolve uma sequência de cálculos repetitivos por meio dos quais é possível chegar a solução de um problema de programação linear (MOREIRA, 2007). De tal forma que, Andrade (2011), Hillier e Lieberman (2013) e Silva et. al. (2016), evidenciam a sua aplicabilidade na resolução de modelos de grande porte, onde se apresenta um sistema composto por grande número de (in)equações lineares e variáveis de decisão cuja solução matemática dar-se com a utilização de conceitos de álgebra linear.

Logo, Junior et. al. (2016) e Mansilha, Farret e Kullmann (2017) destacam que a natureza interativa do Simplex inicia-se através de um Solução Básica Viável (SBV), transformada por regras de articulação predeterminadas a criar uma rotina de cálculos a cada iteração algébrica. E, ao fim, obedecendo tais preceitos, se tende a revelar uma nova SBV que contribua mais efetivamente com a função objetivo do modelo.

Nesse contexto, Andrade (2011) e Milhomen et. al. (2015) versam sobre o fato da existência da configuração do algoritmo Simplex em *softwares* específicos, os quais obrigatoriamente solicitam dados de entrada para a formulação do modelo matemático. De maneira que, a rotina de cálculos acontece internamente; e, no final todos os valores se apresentam na forma de uma solução ótima. Posto isso, visando atingir o objetivo deste estudo, optou-se pelo uso da ferramenta PHPSimplex, apresentada a seguir, no objeto de estudo descrito na seção 3.

2.1.3 Ferramenta PHPSimplex

A saber, o PHPSimplex é tido como uma ferramenta totalmente online que objetiva a resolução de problemas relacionados a Pesquisa Operacional, tendo a capacidade de utilizar o método Simplex, método das Duas Fases e o método Gráfico; o PHPSimplex fora desenvolvido por Daniel Izquierdo Granja e Juan José Ruiz e traduzido para o português por Rase Bujes. Com este software livre é possível utilizar inúmeras variáveis de decisão e de restrição no problema estudado e adicionar os mesmos no programa, no qual não possui um limite de variáveis.

Por Moreira (2007), o suporte dos avanços da tecnologia da informação se mostra realmente um rápido caminho, em detrimento de cálculos maçantes ou erros de, diante da possibilidade de um quantitativo considerável de variáveis de decisão. Apesar, de nos dias de hoje, haver uma variedade de *softwares* aplicáveis, muitos deles são pagos; mesmo assim existem ferramentas livres disponíveis aos que desejam trabalhar com o algoritmo. Posto isso, a ferramenta escolhida para a resolução do modelo matemático, que representa o problema é o PHPSimplex.

2.2 Micro Empreendedor Individual

De acordo com Santos (2011), o perfil do microempreendedor individual (MEI) é caracterizado como uma pessoa que trabalha por conta própria e legalizado na forma de pequeno empresário. Nesse porte, ele pode arrecadar no bruto, uma receita anual de R\$ 81.000,00 e, usufruir de facilidades, em relação as microempresas, empresas de pequeno porte e outros tipos de empreendimentos. Isso acontece, segundo o Sebrae (2018), porque o MEI se enquadra no Simples Nacional (uma modalidade tributária) e, em virtude disso, torna-se isento de alguns impostos federais, como por exemplo: PIS, COFINS, IPI, entre outros.

No entanto, a maior vantagem da modalidade, talvez, seja o pagamento mensal dos impostos em um único boleto, o DAS (Documento de Arrecadação do Simples Nacional); onde este tem o papel de sanar a carência para diversos direitos que o microempreendedor possui.

Além disso, atualmente, o MEI detém uma conjuntura de deveres e direitos, dos quais, os principais encontram-se listados abaixo:

- Não pode ter participação em outra empresa (sócio ou titular);
- Não necessita possuir um contador;
- Pode exercer uma atividade principal e até quinze secundárias;
- Pode ter um empregado com carteira assinada (caso em que necessário um contador para acompanhar o recolhimento do FGTS, registro da carteira de trabalho, folha de pagamento, entre outros);
- Possui um CNPJ e passa a poder emitir notas fiscais como pessoa jurídica e participar de licitações, e;
- Precisa declarar anualmente sua receita bruta arrecadada;

Por outro lado, a Agência Sebrae de Notícias (ASN) (2018) destaca que apesar das implicações em torno da legalização de sua figura jurídica, o controle financeiro ainda assume uma postura delicada na gestão empresarial do MEI. Em uma pesquisa por amostragem recentemente realizada no Brasil, a ASN (2018) revela o fato de pouco mais de 50% declararem estarem satisfeitos com o controle financeiro de seus empreendimentos. Indo além, cerca de metade, ou seja, 50% promovem seus registros no papel e, somente 21% aderem o suporte do computador. E, na questão dos gastos, o MEI costuma pesquisar na hora de comprar (ASN, 2018) conseguindo até descontos; em contraponto, 48% não fazem previsão de gastos. Dito isso, esse cenário traz à tona uma problemática contemporânea que precisa ser controlada, visto que a mitigação do risco de mortandade dos micro e pequenos negócios perpassa pelo equilíbrio financeiro a longo prazo independente de suas dimensões.

3 Procedimentos metodológicos

Uma pesquisa científica, por Silva e Menezes (2005), consiste na busca de um conhecimento inédito pautado mediante a aplicação de procedimentos metodológicos previamente planejados. Assumindo esta premissa, aliada a Santos et. al. (2015), a finalidade deste trabalho consisti em minimizar os custos de um MEI por meio de uma gestão de compras de insumos otimizada, apoiada pela aplicação do método Simplex. Para tanto, Gil (2002), Silva e Menezes (2005) e Miguel et. al. (2012) classificam-na como de natureza aplicada; devido as contribuições práticas dos conhecimentos a serem adquiridos.

Com efeito, a pesquisa, ainda por Miguel et. al. (2012), se configura por um estudo de caso cujos desígnios são promover uma visão do problema tomado e explicitar quais e como são os fatores que o influenciam. Por esse viés, os sequenciamentos metodológicos para estudos de caso elencados nas considerações de Gil (2002) e Silva e Menezes (2005) face aos autores apresentados na seção 2, fazem-se análogos.

Portanto, o método de pesquisa adotado tem caráter híbrido, ao balancear as aplicações de Moreira (2007), Junior et. al. (2010), Ferreira e Bachega (2011), Hillier e Lieberman (2013), Barbosa (2014), Souto-Maior (2014), Bilinski et. al (2016) e Junior et. al. (2016); encabeçado por Andrade (2011) e Santos et. al. (2015) e, roteirizado nos seguintes passos: Dados do empreendimento; Dados de custos; Dados do processo produtivo; Dados de demandas; Restrições do modelo; Formulação do modelo; Solução do modelo e Avaliação dos resultados. Sendo estes dois últimos apresentados na seção 4 para as considerações necessárias quantos aos resultados encontrados.

Nas considerações de Andrade (2011), Hillier e Lieberman (2013), Barbosa (2014) e Santos et. al. (2015) os meios para a obtenção dos dados precisam derivar basicamente de duas etapas com o intuito de envolver o tomador de decisão, nesse caso o MEI: entrevista inicial com

o microempreendedor e visitas realizadas uma vez por semana dentro de um período de trinta dias; onde o período se justifica pelo alto grau perecível de seus insumos principais. Em seguida, tais dados, sendo tratados nas subseções 3.2.6 e 3.2.7, apresentarão um sistema de (in) equações lineares que, ao final, a busca e a interpretação pela sua resolução algébrica, por meio do auxílio da ferramenta PHPSimplex, visa atingir o objetivo deste estudo.

3.1 Caracterização do estudo

A problematização do estudo inicia-se com a caracterização de objeto de análise e apontamento dos dados e informações necessários aos propósitos desta seção. De forma que, os tópicos a seguir encontram-se listados em: Dados do empreendimento; Dados dos custos; Dados do processo produtivo; Dados de demandas; Restrições do modelo; Função objetivo e Formulação do modelo.

3.1.1 Dados do empreendimento

Fundada em março de 2018, na cidade Delmiro Gouveia –AL, em resposta a recente crise econômica do país; devido sua demissão em um emprego anterior. O microempreendedor abriu o negócio de produção de geleias caseiras; onde atualmente, ele próprio quem produz. Por meio de seu *networking*, somado aos de seus familiares mais próximos, alcançou ambientes domésticos representados por donas de casa, solteiros e universitários.

A produção ocorre em sua residência com o período disponível de até 8 horas de trabalho ao dia, de segunda a sábado; totalizando 192 horas/mês ou 2880 minutos/semana. Devido as implicações de mão-de-obra aliadas aos modos de preparo nas receitas de seus produtos, o mesmo fabrica sequencialmente os sabores, ou seja, um tipo por vez; onde sua programação e controle de produção semanal se ajusta em razão de dois fatores: quantidade significativa de insumos perecíveis e realização de compras para estoque de forma empírica.

Mesmo sendo um empreendimento recente, o mesmo não possui um histórico fidedigno quanto as demandas semanais. O seu portfólio de produtos é composto por cinco sabores: acerola, abacaxi, laranja; manga e tamarindo. E, comercializadas em embalagens próprias para envase com capacidade de 125 ml ao preço de R\$ 4,50; acompanhadas de uma colher descartável. Hoje em dia, seu maior impasse reside justamente em ter ciência da melhor quantidade de insumos a comprar mensalmente em resposta a futuras demandas semanais. Posto isso, visando interpretar os dados coletados da melhor forma possível, Moreira (2007) alerta como conveniente, arranjá-los em tabelas; assim, análogas a Santos et. al. (2015), as subseções posteriores tabelam os dados colhidos com precisão de três casas decimais.

3.1.2 Dados dos custos

Os custos encontrados são divididos em: fixos e variáveis. De acordo com Sebrae (2018), o primeiro custo evidenciado, que é fixo, se trata do boleto DAS. Para o estudo em questão, o valor do boleto é calculado da seguinte forma:

Fórmula 1: Cálculo do DAS.

$$DAS (R\$) = (\text{Salário mínimo}) \cdot 5\% + 1$$

A porcentagem de 5% do salário mínimo vigente (atualmente, R\$ 937,00) é fixa para todos os tipos de negócio, já o R\$ 1,00 é exclusivo para o comércio e é o valor do ICMS. É notável que com o limite de faturamento da categoria, o microempresário trabalha pretendendo possuir um pró-labore mensal de R\$ 1200,00. Outro custo significativo dá-se pela estocagem do produto, realizada em Geladeira-Refrigerador Brastemp Brm39 352, na qual possui capacidade de 272 L e um consumo médio de 46,4 kWh. Mediante as considerações da Aneel

(2018) e Eletrobrás (2018), a taxa cobrada por KWh é de R\$ 0,56, sendo o custo dado pelo cálculo de C_1 :

Fórmula 2: Cálculo da taxa de consumo (R\$/kWh).

$$C_1(R\$) = \text{Consumo Médio (kWh)} \cdot 0,56 \left(\frac{R\$}{kWh} \right) = 46,4 \cdot 0,56 = R\$ 25,98$$

Por fim, o último fixo, diz respeito ao botijão de gás. Neste, apoiado no fato do sequenciamento de produção das geleias (uma receita por vez) e, nos valores de consumo tabelados pela Liquigás (2008); caso o MEI se utilize de uma ‘boca’ de fogão, o consumo total é de 226 horas/botijão. Este valor, face ao tempo de sua própria mão-de-obra em 192 horas/mês, conduz a necessidade da compra mensal de uma unidade; dado que, mesmo dentro do limite de horas de produção, o restante para o mês posterior (33h) não suprirá uma demanda de regime análoga na tabela 5, contida na subseção 3.1.4, aliada ao consumo doméstico. Portanto, a tabela abaixo apresenta o valor de recursos financeiros mensais para a compra dos insumos de produção, após o débito dos custos fixos anteriores citados.

Tabela 1: Cálculo dos recursos financeiros mensais

		Valor
Recursos financeiros iniciais		R\$ 3.000,00
Custos fixos	DAS	(-) R\$ 47,85
	Pró-labore	(-) R\$1.200,00
	Gás de cozinha	(-) R\$ 70,00
	Refrigeração	(-) R\$ 25,98
Recursos financeiros finais		R\$ 1.656,17

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

O valor final da tabela 1 corresponde ao limite de recursos financeiros mensais que o MEI tem a sua disposição para a compra de seus insumos; aqui tratados como custos variáveis. Estes, por sua vez, foram dispostos na tabela 2; onde as embalagens têm suas capacidades dadas pelas seguintes unidades de medida: quilograma (kg), litro (L) sachê (g) e unidade física (un).

Tabela 2: Proporção de insumos por unidade comercializada

	Insumos									
	Acerola (kg)	Abacaxi (kg)	Manga (kg)	Laranja (kg)	Tamarindo (kg)	Açúcar (kg)	Gelatina (g)	Água (L)	Embalagem para envase	Colher descartável
Quantidade por embalagem	1	1 kg	1 kg	1 kg	1 kg	1 kg	24 g	1,5 L	25 un.	15 un.
Preço (R\$) por embalagem	3,50	2,00	2,00	3,00	3,00	1,79	3,10	2,35	15,00	3,92

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

3.1.3 Dados do processo produtivo

A partir dos dados fornecidos anteriormente, o MEI apresentou suas receitas caseiras para a produção das geleias. Destas, percebe-se que as porções comercializadas rendem de 125 ml cada, ao passo que, cada sabor rende um quantitativo de porções diferentes. Com efeito, foram estabelecidas a tabela 3 e 4 que apresentam as proporções de insumos necessárias por unidade de geleia comercializada e os rendimentos de porções por quilo de fruta.

Tabela 3: Proporção de insumos por unidade comercializada

		Insumos									
		Acerola (g)	Abacaxi (g)	Laranja (g)	Manga (g)	Tamarindo (g)	Açúcar (g)	Gelatina (g)	Água (ml)	Recipiente para envase (unidade)	Colher descartável (unidade)
Geleias caseiras	Acerola	100	--	--	--	--	50	1,2	--	1	1
	Abacaxi	--	434	--	--	--	65	--	11	1	1
	Laranja	--	--	75	--	--	50	--	15	1	1
	Manga	--	--	--	60	--	19,5	--	16	1	1
	Tamarindo	--	--	--	--	100	30	--	126	1	1

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

Outros dados fundamentais no processo produtivo são os tempos de preparo utilizados como limitante na produção das geleias. Para tanto, a tabela 4 dispõe os tempos de preparo proporcional ao consumo (minutos por quilo de fruta) e (porções por quilo de fruta); valendo destacar que o microempreendedor sendo sua única mão-de-obra, o mesmo trabalha sobre uma carga horária de 48 horas semanais, ou seja, 2880 minutos/semana.

Tabela 4: Proporções dos tempos de preparo e rendimento de porções quilo de fruta.

Geleias caseiras	Tempo de preparo	Rendimento
Acerola	30 min/kg	10 porções/kg
Abacaxi	18,75 min/kg	2 porções/kg
Laranja	80 min/kg	12 porções/kg
Manga	33,33 min/kg	10 porções/kg
Tamarindo	40 min/kg	10 porções/kg

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

3.1.4 Dados de demandas

A tabela 5 apresenta os sabores de geleias produzidas e comercializadas durante o período de coleta de dados, totalizando 593 unidades de 125 ml.

Tabela 5: Demanda de produtos comercializados

Produtos	Período				TOTAL (unidades/mês)
	Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04	
Acerola	25	27	21	25	98
Abacaxi	12	15	16	13	56
Laranja	35	39	42	38	154
Manga	20	22	19	23	84
Tamarindo	55	50	47	49	201
TOTAL (unidades/semana)	147	153	145	148	593

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

Já os valores contidos na tabela 6, expressam os totais semanais das demandas de insumos pautados no quantitativo por unidade comercializada; dados na tabela 3.

Tabela 6: Demanda de insumos pelos produtos comercializados

Insumos	Demanda semanal			
	Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04
Acerola (kg)	2,5	2,7	2,1	2,5
Abacaxi (kg)	5,208	6,51	6,944	5,642
Laranja (kg)	2,625	2,925	3,15	2,85
Manga (kg)	1,2	1,32	1,14	1,38
Tamarindo (kg)	5,5	5	4,7	4,9
Açúcar (kg)	5,82	6,204	5,970	5,913
Gelatina (g)	30	32,4	25,2	30
Água (L)	7,907	7,402	7,032	7,255
Recipiente para envase (un)	147	153	145	148
Colher descartável (un)	147	153	145	148

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

3.1.5 Restrições do modelo

Em respeito ao objetivo deste estudo, a interpretação dos dados tabulados nas seções 3.1.2, 3.1.3 e 3.1.4 conduz as restrições do modelo matemático nas variáveis de decisão estruturadas por relações matemáticas subdivididas em três inequações lineares: restrições de demanda; restrições de tempo de preparo e restrições financeiras.

Assim sendo, as variáveis de decisão são:

- | | |
|-----------------------------|--|
| x_1 : kg (s) de acerola | x_6 : kg (s) de açúcar |
| x_2 : kg (s) de abacaxi | x_7 : unidade (s) de sachê (s) de gelatina |
| x_3 : kg (s) de laranja | x_8 : garrafa (s) de água |
| x_4 : kg (s) de manga | x_9 : pacote (s) de recipiente de envase |
| x_5 : kg (s) de tamarindo | x_{10} : pacote (s) de colher descartável |

Seguindo as contribuições de Santos et. al (2015), as restrições referentes à demanda semanal de casa insumo são conduzidas pela fórmula 4.

Fórmula 4: Relação matemática da demanda semanal.

$$k_i x_i \geq d_i$$

Onde:

k_i = capacidade por embalagem demandada;
 x_i = quantidade de embalagens demandadas por semana;
 d_i = demanda de insumo solicitada por semana.

Enquanto que, para as restrições de tempo de preparo, a fórmula 5 se apropria dos dados contidos na tabela 4, da qual têm-se que cada sabor é relacionado a sua respectiva restrição de tempo e, em seguida, o somatório destes não devem exceder o tempo de mão-de-obra do MEI.

Fórmula 5: Relação matemática do tempo de preparo semanal.

$$\sum_{i=1}^5 z_i x_i \leq t$$

Onde:

z_i = tempo de preparo (min/kg);
 x_i = quantidade de embalagens demandadas por semana;
 t = tempo disponível de mão-de-obra por semana.

O último tipo de restrição, a fórmula 6 expõe o somatório dos preços de compra dos insumos restringido pelo valor semanal disponível de recursos financeiros a ser extraído da tabela 1; onde para fins de cálculo, o P se apresenta igualmente proporcional as semanas de estudo.

Fórmula 6: Relação matemática dos preços de compras semanais dos insumos.

$$\sum_{i=1}^{10} p_i x_i \leq P$$

Onde:

p_i = preço da embalagem (R\$/un);
 x_i = quantidade de embalagens demandadas por semana;
 P = recurso financeiro disponível por semana.

Após determinar as variáveis do modelamento matemático, foi possível determinar a função objetivo (JUNIOR et. al., 2016), descrita abaixo. Com esta, se quer minimizar os custos de compra de insumos pela busca dos valores ótimos de embalagens.

$$\text{Min } C(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10})$$

$$\text{Min } C = 3,5x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 3x_4 + 3x_5 + 2,35x_6 + 3,1x_7 + 2,35x_8 + 15x_9 + 3,92x_{10}$$

3.1.7 Formulação do modelo

Após as considerações fixadas nas subseções 3.1.1 a 3.1.6, a formulação do problema matemático para aplicação no PHPSimplex se consolida na tabela 7.

Tabela 7: Formulação completa do problema Simplex.

$Min C = 3,5x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 3x_4 + 3x_5 + 2,35x_6 + 3,1x_7 + 2,35x_8 + 15x_9 + 3,92x_{10}$				
	Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04
Restrições	$x_1 \geq 2,5$	$x_1 \geq 2,7$	$x_1 \geq 2,1$	$x_1 \geq 2,5$
	$x_2 \geq 5,208$	$x_2 \geq 6,51$	$x_2 \geq 6,944$	$x_2 \geq 5,642$
	$x_3 \geq 2,625$	$x_3 \geq 2,925$	$x_3 \geq 3,15$	$x_3 \geq 2,85$
	$x_4 \geq 1,2$	$x_4 \geq 1,32$	$x_4 \geq 1,14$	$x_4 \geq 1,38$
	$x_5 \geq 5,5$	$x_5 \geq 5$	$x_5 \geq 4,7$	$x_5 \geq 4,9$
	$x_6 \geq 5,82$	$x_6 \geq 6,204$	$x_6 \geq 5,97$	$x_6 \geq 5,913$
	$24x_7 \geq 30$	$24x_7 \geq 32,4$	$24x_7 \geq 25,2$	$24x_7 \geq 30$
	$1,5x_8 \geq 7,907$	$1,5x_8 \geq 7,042$	$1,5x_8 \geq 7,032$	$1,5x_8 \geq 7,255$
	$25x_9 \geq 147$	$25x_9 \geq 153$	$25x_9 \geq 145$	$25x_9 \geq 148$
	$15x_{10} \geq 147$	$15x_{10} \geq 153$	$15x_{10} \geq 145$	$15x_{10} \geq 148$
		$30x_1 + 18,75x_2 + 80x_3 + 33,33x_4 + 40x_5 \leq 2880$		
	$3,5x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 3x_4 + 3x_5 + 2,35x_6 + 3,1x_7 + 2,35x_8 + 15x_9 + 3,92x_{10} \leq 414,042$			

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

4 Resultados e discussões

Neste tópico são apresentados os resultados e discussões referentes as aplicações do método de pesquisa.

4.1 Soluções do modelo

Executando-se o modelo matemático disposto na tabela 7, a ferramenta PHPSimplex encontrou as soluções ótimas semanais; então expressas na tabela 8. Nesta, é possível igualmente evidenciar as demandas de insumos mensalmente, as quais configuram os custos variáveis no total de R\$ 846,87 para atender uma demanda de 593 unidades/mês de 125 ml, com estimativas médias de 149 unidades/semana e 585 min/semana. De maneira que, como resultado de minimizar seus custos, ao microempreendedor cabe atender no mínimo a demanda percebida por ele. Não obstante, a secção 4.2 evoca questionamentos quanto aos resultados apresentados.

Tabela 8: Soluções ótimas por meio da ferramenta PHPSimplex.

Insumos	Período				Demanda Mensal	Amplitude A = Máx. – Min.
	Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04		
Acerola (kg)	2,5	3	2,5	2,5	10,5	0,5
Abacaxi (kg)	5,5	7	7	6	25,5	1,5
Laranja (kg)	3	3	3,5	3	12,5	0,5
Manga (kg)	1,5	1,5	1,5	1,5	6	0
Tamarindo (kg)	5,5	5	5	5	20,5	0,5
Açúcar (kg)	6	7	6	6	25	1
Gelatina (sachê)	2	2	2	2	8	0
Água (garrafa 1,5L)	6	5	5	5	21	1
Recipiente para envase (pacote)	6	7	6	6	25	1
Colher descartável (pacote)	10	11	10	10	41	1
CUSTO ÓTIMO (R\$)	206,99	228,60	207,14	204,14	846,87	24,46

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

4.2 Discussão dos resultados

Considerando o comportamento dos preços e das demandas proporcionais ao longo do tempo; e por meio de cálculos a parte, a última coluna da tabela 8 mensura a amplitude (A) da diferença entre a maior e a menor quantidade de embalagens solicitadas. Dessa forma, mediante a sua interpretação alinhada aos dados das tabelas 4 e 5, é possível inferir que quanto aos rendimentos das receitas, as variabilidades de demanda acima de um intervalo de 10 porções/kg de fruta usados solicitam necessariamente a compra de 0,5 kg adicional nos sabores de acerola, laranja, manga e tamarindo.

Enquanto que, o sabor abacaxi exige a compra de uma média de 1 kg para a produção de 2 porções inteiras; explicando a alta amplitude do produto de 1,5 kg. Estes valores denotam que a compra de abacaxi influi significativamente no débito dos recursos disponíveis mesmo que a demanda de produtos vendidos seja a menor entre todos os sabores. Ficando visível, por meio disso, expressar o caráter não compensatório inerente nas escolhas de receitas onde os baixos rendimentos por quilo exigem quantidades maiores de frutas e, por conseguinte, maior volume de gastos em curto espaço de tempo.

Já, para os demais, o quantitativo por pacote, em específico, dos recipientes de envase (25 unidades/pacote) e das colheres descartáveis (15 unidades/pacote) necessitam estarem bem alinhados com a demanda. Nesses casos, os intervalos maiores são aparentemente benéficos quando a demanda acontece acima da média prevista; no entanto, as chances de haver residuais de unidades/pacote também se revela alta, principalmente, nas embalagens de envase em que o valor impacta R\$ 15,00/pacote para mais ou menos nos recursos disponíveis. Ao passo que, os insumos açúcar (kg) e água (1,5 L) nas capacidades por embalagem compensam positivamente para a minimização de custos e baixos níveis de estoques, caso suas compras obedeçam a variabilidade da demanda na proporção de quilos de frutas usados. Por último, a gelatina é

exclusivamente dependente da variabilidade da demanda do sabor acerola, onde acima do intervalo de 10 porções/kg faz-se necessária a compra adicional de pelo menos um sachê.

O PHPSimplex também expôs que dos 2.880 minutos de mão-de-obra semanais disponíveis para uma demanda em torno de 593 unidades/mês, o microempreendedor se utiliza em média de 20,3% destes, ou seja, cerca 585 min/semana e, como consequência 79,7% ocioso. Além disso, os valores das compras semanais precisam ser maiores do que R\$ 204,14, de modo que a partir dos 55,2 % dos recursos mensais iniciais resultantes da tabela 1, o MEI necessita no mínimo gastar 51,13% desse valor para atender tal demanda.

Analisando por esse viés, caso a demanda mensal aumente a ponto de dobrar (média de 1186 unidades/mês) formando períodos de sazonalidade, por exemplo; de forma análoga, haverá o dobro de gastos com insumos e 40,6% do uso da mão-de-obra, perfazendo os valores de R\$ 1.693,74/mês e 1170 min/semana. E, por conseguinte, exigindo um total de R\$ 3.037,57/mês de recursos financeiros iniciais; valor esse que supera o limite de R\$ 3.000,00/mês. Nesse contexto, cabe saber o limite de atendimento no qual o MEI possa trabalhar ainda na condição de MEI sobre o regime de custos mínimos.

Por isso, retomando as considerações do Sebrae (2018), dispostas na seção 2.2 referentes ao total de receita de R\$ 6.750,00/mês como um dos pressupostos característicos de um MEI; caso se mantenha o preço de R\$ 4,50/unidade, o mesmo poderá atender no máximo a uma demanda mensal de 1500 unidades. Dessa forma, havendo um complemento de proporções de 314 unidades a mais em relação ao dobro da demanda anteriormente considerado, assim como, dos recursos de financiamento dos insumos e o tempo de uso da mão-de-obra que aumentam cerca de 20,67% e 15%, respectivamente; exigindo uma média de R\$ 2043,84 e 55% de tempo (1584 min/semana).

5 Considerações finais

Este trabalho propôs um estudo acerca do quantitativo ótimo da compra de insumos necessários para atender uma demanda periódica de um micro empreendimento de geleias caseiras, através da aplicação do método Simplex; configurado na ferramenta PHPSimplex. Posto isto, se pode concluir que para um regime de baixos custos, o MEI precisa assumir gastos com compras que atendam, no mínimo, as suas demandas semanais. Para tanto, a escolha por receitas com rendimentos significativos, onde a variação de compra ou não, de 0,5 kg de fruta consegue se ajustar melhor ao comportamento de suas demandas, de maneira a não impactar tanto quanto receitas de baixo rendimento; neste estudo, percebida no sabor abacaxi.

Não apenas isso, os insumos, como os recipientes de envase e colheres de plástico, precisam estar alinhados a combinação do somatório das demandas dos sabores fazendo com que a variabilidade de demanda diminua possíveis residuais. Indo além, o estudo, permitiu proporcionalmente, ainda na condição de MEI, expor o valor máximo de demanda mensal de 1500 geleias que se pode atender utilizando cerca de 55% semanal; caso houvesse recursos a custo otimizado.

Diante do dinamismo competitivo no ambiente de negócios, o microempreendedor individual deve, não somente se estabelecer juridicamente, como basilar uma gestão segura frente aos conflitos inerentes nas tomadas decisão vitais a saúde de seu empreendimento; principalmente, no controle financeiro. E, procurar fortalecer a sua gestão empresarial por meio de técnicas e métodos matemáticos aliados a tecnologia da informação se revela um caminho estratégico conveniente

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões**/ Eduardo Leopoldino de Andrade. – 4.ed. – [Reimpr.]. – Rio de Janeiro: LTC, 2011.

ANEEL, 2018. Site Nacional. Disponível em: <http://www2aneel.gov.br/arquivos/PDF/17-05_materia1_3.pdf> Acesso em: 18 maio 2018.

ASN, 2018. Agência Sebrae de Notícias. **Site Nacional**: Pesquisa inédita mostra o perfil da gestão financeira do MEI. Disponível em: <<http://www.agenciasebrae.com.br/sites/asn/uf/NA/pesquisa-inedita-mostra-o-perfil-da-gestao-financiera-do-mei,9fe0992239f53610VgnVCM1000004c00210aRCRD>> Acesso em: 22 maio 2018.

BARBOSA, G. M. Utilização da programação linear na otimização de resultados de produção na empresa. **Revista Integração**. São Paulo, SP, ano XX, n. 66, p. 49-58, 2014. ISSN 1413-6147.

BILINSKI, P. A., GROSSL, B., FERNANDES, C. W. N., BARBOSA, L. B. Aplicação da pesquisa operacional na otimização da lucratividade de uma empresa no segmento de marcenaria. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO, 2016, João Pessoa, **Anais...** ENEGEP, 2016. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_WIC_232_356_29120.pdf>. Acesso em: 12 maio de 2018.

FERREIRA, F. M., BACHEGA, S. J. Programação linear: um estudo de caso sobre os custos de transporte em uma empresa do setor de confecções de Catalão - GO. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO, 2011, Belo Horizonte, **Anais...** ENEGEP, 2011. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_140_885_19344.pdf>. Acesso em: 14 maio de 2018.

ELETROBRÁS, 2018. Site Nacional. Disponível em: <<http://eletrobrasalagoas.com/index.php/sua-conta/tarifas/>> Acesso em: 18 maio 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 4. ed. – São Paulo: Atlas, 2002.

HILLIER, F. S. LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. 8 ed. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2010.

JUNIOR, C. F., TARRENTO, G. E., RIBOLDY, D., CARDOSO, L. E. Z., ROMAGNOLI, R. Aplicação da pesquisa operacional no planejamento de produção de bens de capital sob encomenda: estudo de caso. **Revista Tékhnē e Lógos**, Botucatu, SP, v.1, n.3, jun. 2010. ISSN 2176-4808.

JUNIOR, E. A. S.; FERREIRA, E. J. D.; PAULA, P. P.; OLIVEIRA, P. N. R.; SOUZA, S. J. P. Aplicação da técnica de programação linear na busca da solução ótima de produção em uma pizzaria. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO, 2016, João Pessoa, **Anais...** ENEGEP, 2016. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_231_350_29962.pdf>. Acesso em: 13 maio de 2018.

LIQUIGAS DISTRIBUIDORA S/A, 2008. Site Nacional: **Perguntas frequentes - Questionamentos técnicos**. Disponível em: <<http://www.liquigas.com.br/wps/portal!/ut/p/z1/>>

jZDBboMwDEC_Jkewm5aW7Vap2joqtYBUwXKZQqGBicQsCfvIW2XSh2qD5ZsPfvJBgEl
CCO_OyV9R0b2U_0u1h-HI3K-f-V4ipMI-TFJsnST8dNmBcUtgLsXjzP06dsv1sc8jWIRbxn
9jiY_MzgJhfX4C4Vdy5YA6I36I_YEaSgFA9Vb__3JpqGSsQtrk2trHhaKd26_3wzJDhhYwbt
XSyakxNYdWTcgP58EKaIcdFxBcXDL9Gax0QUt2yvVoZTDqoCLffUoK6iZQ0oWt13eN
LTkP5YwJBn0-19iluojdD-bfNW4!/dz/d5/L2dBISevZ0FBIS9nQSEh/>. Acesso em: 14 maio
de 2018.

LONGARAY, A. A., ILSE, M. B. Cálculo de minimização dos custos de produção por meio da programação linear. In: Congresso Brasileiro de Custos, 8., 2001. **Anais...** São Leopoldo: CBC, 2001. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/2865/2865>>. Acesso em: 5 maio 2018.

MANSILHA, M. B., FARRET, F. A., KULLMANN, D. H. Programação linear: método de otimização simplex e software OTIMIZA. **Revista Espacios**, Caracas, VEN, v. 38, n. 60, p. 4-19, 2017. ISSN 0798-1015.

MIGUEL, P. A. C. (organizador). **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão das Operações**. – 2.ed. – Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

MOREIRA, D. A. **Pesquisa operacional: curso introdutório**. São Paulo: Thomas Learning, 2007.

SANTOS, E. S. B. Contabilidade Geral. Monte Claros: Unimontes, 2011.

SANTOS, I. B. N.; CORREA, F. P.; NETO, W. F. S.; OLIVEIRA, L. T. M. Desenvolvimento de um plano de compras em uma pizzaria utilizando a programação linear. In: ENCONTRO NACIONAL ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2015, Fortaleza, **Anais...** ENEGEP, 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_211_250_27856.pdf>. Acesso em: 12 maio de 2018.

RUIZ, J. J. R. PHPSimplex. 2006. Disponível em: <<http://www.phpsimplex.com/pt/>>. Acesso em: 27 maio 2018.

SEBRAE, 2018. **Site Nacional**. O que é ser MEI. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/sebraeaz/o-que-e-ser-mei,e0ba13074c0a3410VgnVC M1000003b7410aR CRD>>. Acesso em: 19 maio de 2018

SILVA, E. L. da. MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005.

SOUTO-MAIOR, Cesar Duarte. **Pesquisa Operacional**/Cesar Duarte Souto-Maior. – 3. ed. – Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2014.

SOUZA, D. M. **Os principais benefícios proporcionados ao trabalhador informal para a formalização através do microempreendedor individual**. 2010. 96 f. Dissertação (Bacharelado em Ciências Contábeis) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2010.