

## Aplicação da programação linear na maximização dos lucros de produção em uma vitaminosa de açaí no município de abaetetuba

DILAEELSON FERREIRA PINHEIRO (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ-UFPA)

[dilapinheiro02@gmail.com](mailto:dilapinheiro02@gmail.com)

LEANDRO RODRIGUES GOMES (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ-UFPA)

[leandrog25n@gmail.com](mailto:leandrog25n@gmail.com)

LUÍS HENRIQUE LOPES MATIAS (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ-UFPA)

[henriquelopestec@gmail.com](mailto:henriquelopestec@gmail.com)

RIVANILDO FARIAS NONATO (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ-UFPA)

[rivafariasnonato@gmail.com](mailto:rivafariasnonato@gmail.com)

ROBSON PANTOJA LOBATO (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ-UFPA)

[robsonplobato@yahoo.com.br](mailto:robsonplobato@yahoo.com.br)

### Resumo:

Este artigo possui como finalidade maximizar o lucro de uma vitaminosa de açaí no município de Abaetetuba que trabalha com três diferentes concentrações de açaí. Desse modo a pesquisa operacional mostrou-se de suma importância na tomada de decisão. A coleta de dados processou-se, com destaque para a produção diária, frisando a quantidade produzida a partir de uma rasa de acordo com as três concentrações, número de batidas por rasa, custo e lucro unitário. Desta forma após análise de dados e construção de tabelas foi possível modelar e definir restrições para o problema em questão e resolve-lo através do software LINDO® (linear, interactive, and discrete optimizer). Assim os resultados obtidos definiram a produção de cada produto para alcançar melhores índices lucrativos com comercialização do açaí.

**Palavras chave:** Açaí, Maximização, Lucro, Software LINDO®.

## Application of linear programming in the maximization of production profits in a vitaminosa of açaí in the municipality of abaetetuba

### Abstract

This article aims to maximize the profit of a vitaminosa of açaí in the municipality of Abaetetuba that works with three different concentrations of açaí. In this way, operational research proved to be of paramount importance in decision making. Data collection was performed, with emphasis on daily production, stressing the quantity produced from a rasa according to the three concentrations, number of beats per rasa, cost and unit profit. In this way, after data analysis and table construction, it was possible to model and define constraints for the problem in question and solve it through LINDO® software (linear, interactive, and discrete optimizer). Thus the results obtained defined the production of each product to achieve better profitability rates with açaí commercialization.

**Key-words:** Açaí, Maximization, Profit, LINDO® Software.

### 1. Introdução

O açaí é um fruto proveniente do açaizeiro (juçara) e é culturalmente apreciado pela culinária paraense, de cujo fruto pode ser extraído uma solução escurecida que é saboreada de diferentes formas, ou seja, adicionando farinha d'água, granola, farinha de tapioca ou outras frutas. É

visível e de grande relevância o consumo diário de açaí de forma tradicional, que consistir em açaí com farinha d'água, em alguns municípios do referido estado. Como em Abaetetuba por exemplo, famosa pelo consumo e produção do açaí, onde em períodos de entressafra o consumo de vinho de buriti se faz presente devido ao alto valor do açaí, nesse período começa a produção em massa de palmito proveniente da palmeira.

O trabalho em questão se dirige a maximizar o lucro em uma vitaminosa de açaí local, visando melhor distribuição dos recursos disponíveis deste comercio. Nestas perspectivas há necessidade de avaliar e catalogar os custos da produção tanto na safra como na entressafra (matéria prima, mão de obra, água, energia, estocagem). A perspectiva de demanda também deve ser avaliada visto que quanto maior freguesia deverá ser maior os lucros. No entanto se o custo de produções for muito elevado devido à variedade dos preços de açaí e a demanda for insignificativa há necessidade de buscar meios de produções alternativos.

Para que o alvo deste trabalho seja alcançado há necessidade de utilizar modelagem matemática com finalidade de modelar funções que descrevam os lucros e limitações na produção que possam ser resolvidos auxiliados pelo soft lindo. Deste modo os dados (safra e entressafra) devem ser catalogados através de entrevistas ao dono de uma vitaminosa de referência visando extrair dados relacionado aos: custos, lucros de produção e demanda.

O produto em questão deve ser examinado de acordo com o tipo, ou seja, custo do produto ao consumidor (R\$ 3,00, R\$ 5,00 e R\$ 10,00). Os percentuais de lucro de acordo com o valor de produção, exclusivamente o valor de matéria prima, devem ser levados em consideração para tomadas de decisão, ou seja, a viabilidade de produção alternativa, como por exemplo o vinho de Buriti.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1 Açaí**

O açazeiro (*Euterpe Oleácea Mart*) é uma árvore frutífera popular da região amazônica de cujo fruto pode ser extraído um líquido viscoso muito apreciado nesta região, e que vem ganhando destaque na culinária brasileira devido benefícios à saúde, associado a capacidade antioxidante. O Brasil é o principal produtor, consumidor e exportador do açaí. Nestas perspectivas os estados onde destacam-se a produção e consequentemente o maior mercado consumidor do país são: Pará, Maranhão, Amapá, Acre e Rondônia consumido também nas grandes capitais brasileiras (PORTINHO et al, 2012).

A produção e consumo do açaí em muitos municípios do estado do Pará é algo comum e rotineiro, visto que o fruto quando beneficiado é bastante apreciado pela grande maioria da população. Nesse aspecto a produção de açaí baseia-se nas seguintes etapas: seleção dos grãos de açaí através de peneiramento e cloração, o mesmo é levado ao branqueamento, onde é mergulhado em banho-maria a 80 graus Celsius com objetivo de levar a plasticidade da polpa para facilitar a extração da mesma, posteriormente no envase são utilizadas as despulpadoras ou simplesmente chamadas de máquinas de açaí, fabricadas em aço inoxidável onde são adicionados grãos de açaí e água para causar o despulpamento e posteriormente com auxílio da gravidade o açaí já em estado liquefeito sai por uma cavidade com uma peneira na parte inferior da máquina que leva o líquido á bacias também em aço inoxidável, posteriormente o açaí é posto em embalagens plásticas e levado a refrigerados onde aguardaram a compra (NASCIMENTO, 2014).

### **2.2 Custo**

Segundo Ferreira (2007) custo pode ser descrito como: “gasto relativo a um bem ou serviço utilizado na produção”. Ou seja, custo é entendido como um gasto para adquirir um componente

na intenção de produzir um bem ou serviço, e que só será reconhecido como custo após o momento de sua utilização no processamento de um bem ou serviço. Todavia, há outras caracterizações de custo como a dada por Pinto et al (2008) que descreve custo como sendo: “Gastos acumulados para executar uma atividade, fabricar um produto ou adquirir uma mercadoria”.

As terminologias de custo sempre se referem as suas características principais, as quais descrevem e apresentam suas funções pertinentes. E entre muitos, há dois termos mais encontrados em relatórios financeiros, que são: o custo total e o custo unitário, onde o primeiro trata da relação de todos os componentes analisados e o custo de produção destes, já o segundo que é o custo unitário que também é chamado de custo médio segundo Ferreira (2007) “é calculado ao dividir o custo total por uma unidade de medida (horas trabalhadas, número de entregas, número de itens fabricados, número de itens montados, etc.)”.

No momento de caracterizar o custo de determinada empresa é levado em conta as suas atividade e a sua forma de produzir determinado bem, pois pode haver em cada empresa uma classificação diferente para um mesmo tipo de custo, uma vez que, dependendo da atividade exercida o mesmo custo presente em uma empresa difere da outra pelas seguintes classificações de custo: custo direto ou custo indireto quando forem levadas em conta apenas as atividades exercidas pela empresa na produção, e custo fixo, custo variável, custo semifixo e custo semivariável, quando se tratar da relação entre custo e volume de atividade. Essas classificações caracterizam o custo da seguinte forma:

- a) Custo direto: Segundo Pinto et al (2008) “São aqueles que podem ser apropriados diretamente aos produtos fabricados” e necessitam apenas de sua medida de consumo, como é o caso da matéria-prima utilizada na fabricação de um produto, energia elétrica das máquinas relacionadas a cada produto e a mão-de-obra utilizada, pois são custos que a empresa pode mensurar facilmente, uma vez que, apresentam uma medida objetiva de seu consumo e estão diretamente relacionadas ao produto final, todavia que, podem ser visualizados e identificados no produto acabado;
- b) Custo indireto: Estes apresentam certa complexidade na identificação, pois dependem de cálculos e estimativas para serem mensurados e apropriados aos produtos, uma vez que, são custos ligados à produção como um todo. E o critério para estimar os custos e apropriá-los ao produto final é a utilização segundo Perez Júnior et al (2012) “de algum critério de rateio”, ou seja, uma divisão proporcional de custo entre cada peça produzida. Exemplos de custo indireto são: gastos com limpeza, aluguel da fábrica, mão de obra indireta, etc;
- c) Custo fixo: São os custos que independem do volume da produção e das vendas da empresa como destaca Perez Júnior et al (2012) “não variam diretamente com o volume de produção ou de vendas”. Como exemplo temos o aluguel da fábrica, despesas administrativas, etc;
- d) Custo variável: Neste caso os custo segundo Perez Júnior et al (2012) “Variam diretamente com o volume da produção ou das vendas”, ou seja, o volume da produção está relacionado diretamente com o custo dos produtos. Como exemplo temos a matéria-prima, mão-de-obra, material da embalagem, etc;
- e) Custo semifixo: São aqueles até certo nível são fixos e quando se destacam deste nível passam a ser variáveis, como diz Pinto et al (2008) “são fixos numa determinada faixa de produção, mas que variam se há uma mudança nessa faixa”. Exemplos de custos semifixos são: contas de energia elétrica, água e telefone que apresentam um valor mínimo (fixo) e outro valor para consumo efetivo (variável);

f) Custo semivariável: São os custos que variam porém não em relação ao volume de atividades da empresa, ou seja, eles mantem-se fixos dentro de certos limites e variam quando ultrapassam estes limites e voltam a ser fixos novamente com uma nova restrição de limites. Exemplos desse custo é o aluguel de uma máquina copiadora que é fixo até certo limite assumindo um patamar inicial, porém quando supera este limite varia e assume um novo patamar.

### 2.3 Pesquisa operacional

A pesquisa operacional, também chamada de PO, é uma área da engenharia que surgiu na Inglaterra durante o período segunda guerra mundial. Seu objetivo era o de apresentar soluções para os problemas relacionados ao gerenciamento dos limitados recursos militares, e determinar qual a melhor forma de utilizar e alocar os mesmos.

Pesquisa operacional pode ser compreendida como um método científico que utiliza modelos matemáticos, estatísticos e algoritmos computacionais para a tomada de decisões. Deste modo, a pesquisa operacional é caracterizada por um campo de atuação bastante diversificado, abrangendo áreas da engenharia de produção, matemática aplicada, ciência da computação e gestão de negócios, entre outros. (BELFIORE et al, 2013).

### 2.4 Modelagem matemática

A Modelagem matemática é uma forma de representar a realidade através de equações, buscando simular a solução de problema práticos, da forma mais simples possível (COLIN, 2007).

De acordo com Hillier e Lieberman (2010), modelagem matemática se define como uma forma de representar de maneira concisa problemas reais por meio de equações, o que possibilita a utilização de técnicas matemáticas e recursos computacionais, simplificando e destacando os dados mais relevantes.

A modelagem matemática apresenta alguns componentes importante na tomada de decisão. Tais componentes se dividem da seguinte forma:

- a) Variáveis de decisão: São as incógnitas que serão utilizadas no modelo, e que venham a sugerir de decisões que serão tomadas, ou seja, são elementos que unidas dão origem às equações matemáticas que são fragmentos da função objetivo e dos sistemas de restrições.
- b) Função objetivo: São funções que representam o objetivo da pesquisa operacional, ou seja, maximizar o lucro ou minimizar os custos da produção.
- c) Restrições do problema: São as delimitações do problema em questão, que podem ser de natureza física ou econômica, deste modo a restrição deverá criar as regras necessárias para definir o que pode e o que não pode ser feito no sistema de equações.

### 2.5 Programação linear

Segundo Belfiore e Fáveiro (2013), a programação linear (PL) é classificada como uma das principais ferramentas da pesquisa operacional, sendo empregada como forma de otimizar problemas reais em diversos setores, tais como os setores de transporte, comércio, alimentício, agropecuário, saúde e mineração, e assim por diante. Em um problema de programação linear a função objetivo e as restrições são lineares, isto é o objetivo consiste em maximizar ou minimizar determinada função linear, logo após construído o modelo matemático que represente a PL a próxima etapa é determinar a solução do modelo, que é aquela com o maior valor caso o problema seja de maximização ou menor valor se o problema for de minimização.

Segundo Hillier e Lieberman (2010) a programação linear (PL) tem sido considerada como um dos mais importantes avanços científicos dos meados do século XX. Ainda que a alocação de

recursos para atividades constitua a principal tipo de aplicação a programação linear, também há outras inúmeras aplicações consideradas importantes. A programação linear usa os modelos matemáticos para delinear o problema em questão podendo se dizer deste modo que ela envolve o planejamento de atividades para poder se alcançar um resultado ótimo, ou seja, um resultado que melhor satisfaça o objetivo apontado tudo de acordo com o modelo matemático.

## **2.6 Software LINDO®**

Após a modelagem do problema em questão e a sistematização das equações, há ferramentas que auxiliam na resolução de dão suporte a tomada de decisão. Neste artigo utilizaremos o software LINDO®.

O “LINDO®” (Linear, Interactive, and Discrete Optimizer) é uma conveniente, mas poderosa ferramenta para resolver Problemas de Programação linear, inteira e quadrática. Sua utilização é bastante simples tendo os comandos a serem inseridos na tela de entrada do software e ao final um relatório com os resultados obtidos (GOMES JÚNIOR et al, 2004).

Junto da função objetivo é necessário inserir o que se deseja na resolução das equações, ou seja, para maximizar o lucro é necessário inserir o comando “MAX” e para minimizar as despesas com a produção ou mais problemas o comando “MIN”. Assim, antes de ser introduzido as restrições a sigla “ST” que tem o significado de sujeito e ao final das delimitações o comando “END” (fim) levará a abertura de resultados que devem ser analisados para pertinência para que sugestões de melhoria na produção possa ser trabalhado.

## **3. Metodologia**

O trabalho teve como objetivo a maximização do lucro de uma vitaminosa de açaí com o auxílio da pesquisa operacional e do software LINDO®. Para se atingir tal meta, foi realizado uma entrevista com o proprietário do estabelecimento e com isso foi possível obter os dados e informações referentes aos produtos comercializados, produção diária, margem de lucro e custo.

A partir da pesquisa foram adotadas três diferentes concentrações de açaí, de acordo com as preferências e demandas do consumidor local, assim os dados de cada produto foram catalogados e posteriormente utilizados na elaboração das tabelas.

A análise mais criteriosa das informações e dos dados contidos na tabela permitiu o desenvolvimento do modelo matemático que permitisse a maximização do lucro com a venda do açaí levando em consideração as três diferentes concentrações do fruto comercializado. O modelo criado foi então resolvido com o auxílio do software LINDO® gerando uma solução ótima para o problema.

## **4. Estudo de caso**

### **4.1 Escolha do produto**

A escolha do produto priorizou as preferências de demanda, bem como o período no qual o proprietário do estabelecimento afirmou ser o de maior procura. Deste modo, na safra onde a demanda de açaí é maior, a rasa do açaí, nome dado a porção de grãos de açaí vendido na feira da cidade apresenta valores mais brandos quando comparado aos períodos de entressafra onde a rasa é mais cara e a extração de açaí dá lugar a exploração do palmito. A maior procura do produto açaí na safra são de: R\$ 3,00; R\$ 5,00 e de R\$ 10,00. Tanto na safra quanto na entressafra a produção do açaí gera valores que devem ser agregados ao custo final como, por exemplo, o custo para o descarte dos resíduos (caroços de açaí), salários de funcionários (a

vitaminosa em questão conta com nove funcionários além do dono), custo com energia elétrica, com embalagem que é diário e do transporte da matéria prima. A tabela a seguir delinea as variáveis que serão utilizadas para análise produtiva.

| Produto           | Variável |
|-------------------|----------|
| Açaí de R\$ 3,00  | A3       |
| Açaí de R\$ 5,00  | A5       |
| Açaí de R\$ 10,00 | A10      |

Fonte: Autoria própria

Tabela 1 - Escolha das Variáveis

## 4.2 Coletas de dados

Os seguintes dados foram obtidos:

- O proprietário dispõe de R\$ 2.000 para compra de matéria prima;
- O lucro em cada litro independente do produto é de 30% sobre o valor total de produção;
- A demanda máxima que a indústria suporta é de 180 rasas diárias;
- O valor da rasa diária varia entre 18 a 25 reais. A quantidade de litros é calculada baseando-se na quantidade de rasas processada em cada máquina despulpadora, ou seja, 66%;
- O transporte de matéria prima, assim como o de resíduos são feitos no veículo da empresa, além dos custos com embalagem e energia elétrica são contabilizados no valor de cada litro de açaí, deste modo o lucro obtido é de apenas 30% do valor de cada litro de qualquer produto.

| Produto           | Demanda/<br>Dia (L) | Litros por<br>batida<br>(L/P) | Quantidade<br>de Batida<br>(Rasa 66%) | Quantidade<br>de Rasas | Custo<br>Unitário<br>(R\$) | Custo Total<br>(R\$) |
|-------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------|
| Açaí de R\$ 3,00  | 45                  | 9                             | 5                                     | 3,3                    | 2,10                       | 94,50                |
| Açaí de R\$ 5,00  | 150                 | 6                             | 25                                    | 16,5                   | 3,50                       | 525,00               |
| Açaí de R\$ 10,00 | 120                 | 3                             | 40                                    | 26,4                   | 7,00                       | 840,00               |
| Total             | 315                 |                               | 70                                    | 46,2                   |                            | 1.459,50             |

Fonte: Autoria própria

Tabela 2 - Dados referente a safra do açaí

## 4.3 Função objetivo

A função objetivo tem como finalidade maximizar o lucro da produção diária. Deste modo os lucros unitários do cada produto são os coeficientes de cada variável. Os lucros foram obtidos subtraindo o valor de venda pelo valor de produção. Desta forma foram obtidos os seguintes resultados:

| Produto          | Preço de Venda | Lucro Unitário | Lucro Total |
|------------------|----------------|----------------|-------------|
| Açaí de R\$ 3,00 | R\$ 3,00       | R\$ 0,90       | R\$ 40,50   |

|                   |           |          |            |
|-------------------|-----------|----------|------------|
| Açaí de R\$ 5,00  | R\$ 5,00  | R\$ 1,50 | R\$ 225,00 |
| Açaí de R\$ 10,00 | R\$ 10,00 | R\$ 3,00 | R\$ 360,00 |
| Total             |           |          | R\$ 625,50 |

Fonte: Autoria própria

Tabela 3 - Lucro Dos Produtos Mais Vendidos Função Objetivo

Portanto, temos como função objetivo a seguinte expressão:

$$\text{MAX } Z = 0.9 A3 + 1.5 A5 + 3 A10$$

#### 4.4 Restrições do modelo

a) A primeira restrição está relacionada ao valor de demanda que é no máximo de 315 litros diários;

$$A3 + A5 + A10 < 315$$

b) A segunda restrição está relacionada ao mínimo em litros para atender a demanda diária.

$$A3 > 30$$

$$A5 > 120$$

$$A10 > 50$$

Após a formulação da função objetivo e das restrições, foi utilizado o Software LINDO®, afim de, se encontrar a solução ótima para a problemática em questão, como expresso na figura 1.

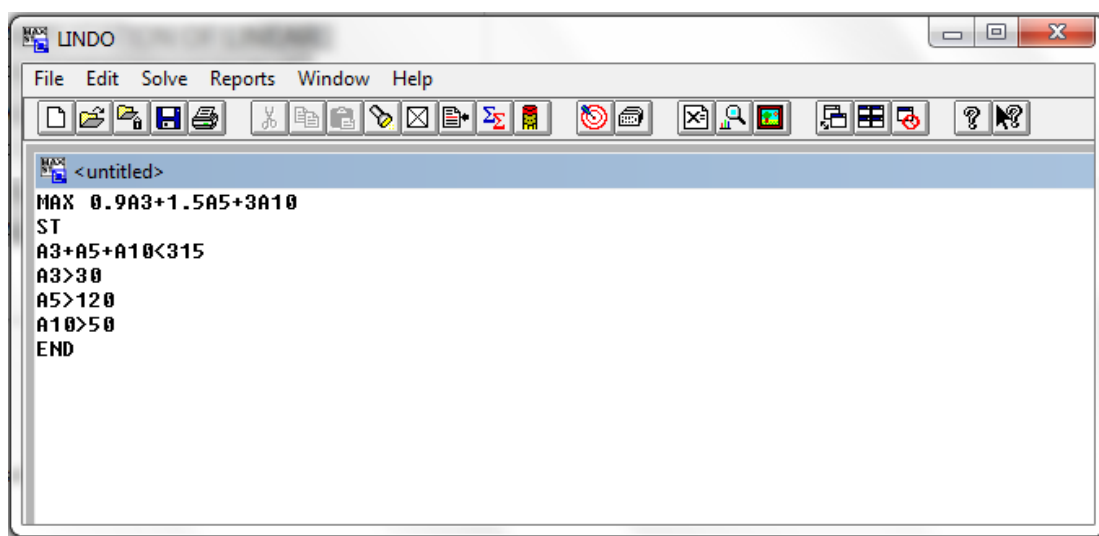


Figura 1- Utilização do Software LINDO®

Já na figura 2 abaixo, pode ser observado a maximização do lucro diário da empresa, o qual segundo o Software LINDO® é de aproximadamente R\$ 700,00. Na imagem também pode ser ressaltado que o lucro pode aumentar muito mais se houver maior demanda pelo produto do tipo A10 (açaí de 10). Todavia que, o produto A10 é o que apresenta maior lucro para a empresa, logo quanto maior for a demanda pelo produto A10 maior será o lucro obtido pela empresa.

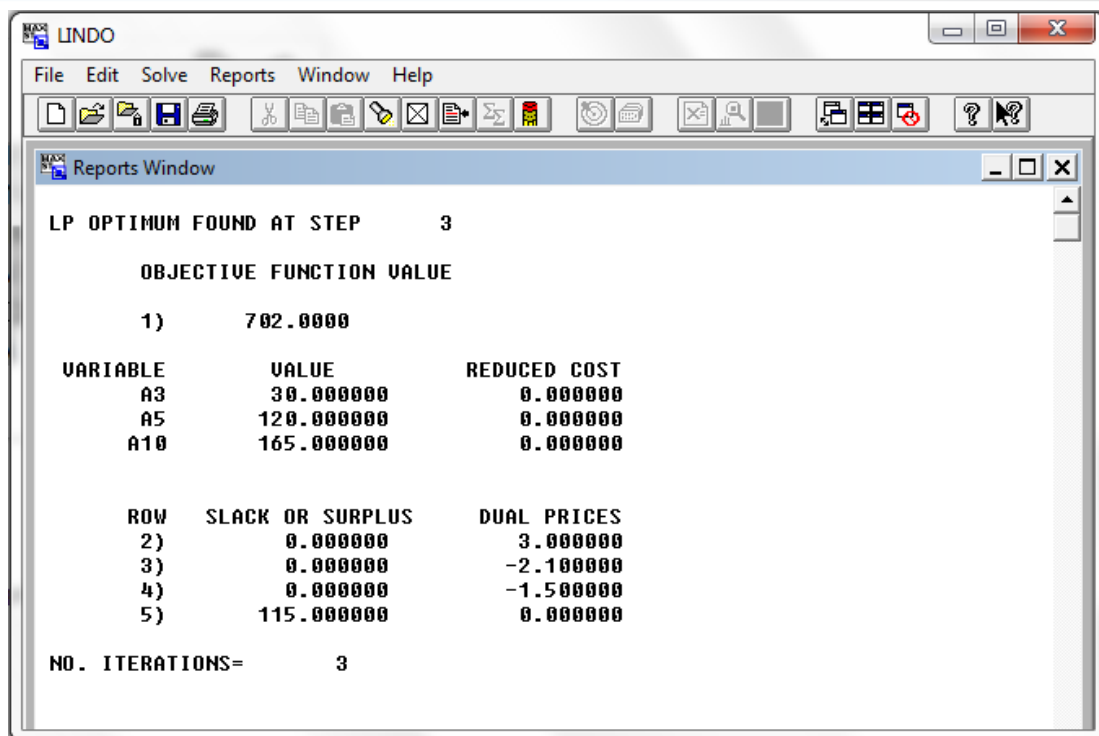


Figura 2- Maximização do lucro no programa LINDO®

Na tabela 4 esta exposta a solução ótima encontrada para esta problemática, onde a quantidade dos produtos A3 (açaí de 3) e A5 (açaí de 5) teve como melhor proposta a produção mínima estabelecida pelas restrições, uma vez que, são produtos que contribuem menos se comparados ao produto A10 para a obtenção do lucro máximo da empresa, logo é produzido o mínimo destes, a fim de que, se produza uma quantidade maior de A10.

| Produto | Solução Ótima |
|---------|---------------|
| A3      | 30            |
| A5      | 120           |
| A10     | 165           |

Fonte: Autoria própria

Tabela 4 - Solução Ótima Para O Cenário

## 5. Conclusão

Quando se trata de planejamento da produção e de tomada de decisão a programação linear é um importante instrumento de suporte, pois com o auxílio de seus modelos clássicos de planejamento (estratégico, tático e operacional) é possível obter soluções de curto, médio e longo prazo. Deste modo, o presente trabalho tomou como ferramenta principal de suporte para a programação linear o software LINDO® (Linear Interactive and Discrete Optimizer), para que com isso, fosse possível obter o controle de lucro de uma vitaminosa de açaí local, uma vez que, a empresa em questão não possuía tal controle de lucro.

Desta forma, a análise da pesquisa fez uso de tal ferramenta, afim de, determinar a quantidade de açaí de cada tipo que deve ser produzido para que se tenha a otimização da distribuição de recursos da empresa e consequentemente uma margem de lucro mais significativa. Nesse contexto o lucro obtido através da maximização seria de R\$76,5 a mais que o lucro anterior que

representa R\$ 2.295, 00 ao mês que poderiam ser utilizados no investimento em marketing ou como fundo de reserva, algo que posteriormente poderia ser empregado para criação de filiais ou para outros futuros projetos de expansão.

Nos resultados encontrados pode ser observado que a maior participação no lucro da empresa está relacionada à produção e venda do “açaí de 10” que é o produto com maior lucro unitário produzido pela empresa. Portanto, sugere-se a empresa que um padrão a ser seguido seria um maior investimento em marketing, ou até mesmo utilizar de métodos técnicos que venham a aumentar a demanda pelo açaí de 10”, como por exemplo, no veraneio onde o comércio se expande as praias locais, a necessidade de priorizar a entrega e venda do produto mais rentável, causando aumento na demanda do mesmo. Pois, uma vez que, aumentando a venda do produto em questão a empresa terá a maximização continua de seu lucro.

### Referências

- BELFIORE, P.; FÁVERO, L. P.** Pesquisa Operacional para Cursos de Engenharia. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- COLIN, E. C.** Pesquisa Operacional: 170 Aplicações em Estratégia, Finanças, Logística, Produção, Marketing e Vendas. Rio De Janeiro. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 2007.
- FERREIRA, J. Â.** Custos Industriais: uma ênfase geral. São Paulo: Editora STS, 2007.
- GOMES JÚNIOR, A. de C.; SOUZA, M.J.F.** LINDO: Manual de referência. Rio de janeiro: UFOP- Universidade Federal De Ouro Preto, 2004.
- HILLIER, F.; GERALD, J. L.** Introdução à Pesquisa Operacional; tradução: Ariovaldo Griesse. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.
- NASCIMENTO, K.R. do** Boas Práticas de Manejo, Comercialização e Beneficiamento dos Frutos de Açaí. Brasília: WWF-Brasil, 2014.
- PEREZ JÚNIOR, J.H.; OLIVEIRA, L.M.; COSTA, R. G.** Gestão Estratégica de Custo. São Paulo: Editora ATLAS S.A, 2012.
- PINTO, A.A.; LIMEIRA, A.L.; SILVA, C.A.; COELHO, F.S.** Gestão de Custo. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008.
- PORTINHO, J.A.; ZIMMERMANN, L.M.; BRUCK, M.R.** Efeitos benéficos do açaí. International Journal of Nutrology. 1. ed., 2012.