



## MAPEAMENTO E ANÁLISE DE CADEIA DE SUPRIMENTOS: ASSOCIAÇÃO GESTORA DA USINA DE BENEFICIAMENTO DE LÁCTEOS (AGUBEL)

Bruno Pereira Diniz (UFMG) brunopereiradiniz046@gmail.com  
Mateus José de Siqueira Silva (UFMG) mateussiqueirasilva3@gmail.com  
Max Filipe Silva Gonçalves (Mackenzie) maxfilipe@hotmail.com  
Pedro Paulo Mendes Tomaz (UFMG) pedrtomz@gmail.com  
Yuri Laio Teixeira Veras Silva (UFMG) yuri.laio@professor.ufcg.edu.br

### Resumo

Conhecer a cadeia de suprimentos e em qual camada a empresa está inserida, trás um diferencial competitivo expressivo no mercado atual. Trazendo benefícios como a diminuição de custos e redução do risco de desabastecimento. Neste sentido o presente trabalho tem como objetivo modelar a cadeia de suprimentos de uma empresa de beneficiamento de laticínios por meio dos modelos diretos e de distanciamento, além de propor melhorias através do método AHP-Gaussiano para seleção de equipamento adequado para o transporte e otimização de rotas por meio do problema do caixeiro viajante.

**Palavras-Chaves:** Cadeia de Suprimentos. AHP-Gaussiano. Caixeiro Viajante.

### 1. Introdução

O mercado agropecuário brasileiro desenvolve um papel importantíssimo para a economia nacional, sendo responsável por cerca de 1/3 do PIB (Produto Interno Bruto) e sendo o principal ramo produtivo de exportação da nação. A caprinocultura leiteira faz parte dessa fatia, com um rebanho de 8.260.607 caprinos (IBGE, 2017), produzindo por ano cerca de 270 Milhões de litros de leite, com uma grande margem para evolução tecnológica e econômica.

A gestão logística deve ser observada da forma mais ampla possível para garantir o atingimento dos diferentes objetivos, possibilitando assim, o diferencial competitivo. Desse modo, compreende-se como cadeia de suprimentos, um conjunto de instalações dispersas geograficamente interagindo entre si. Como exemplos dessas instalações tem-se: fornecedores de matéria-prima, plantas produtivas, centros de distribuição, varejistas, estoque em trânsito, produtos intermediários e produtos acabados entre as instalações (YIN, 1991).

A aplicação de métodos multicritério de apoio a tomada de decisão tem a capacidade de selecionar a melhor opção dentre uma gama de opções, auxiliando o setor tático de uma



empresa na escolha de um determinado artefato para realização da tarefa. Para Santos *et al.* (2021), o Método AHP-Gaussiano, apresenta uma nova perspectiva que é baseada em análise da sensibilidade que é gerado em função do fator gaussiano.

O roteamento de veículos apresenta um diferencial competitivo para as empresas que o aplicam tornando o transporte de cargas mais rápido e muitas vezes barato, o método do caixeiro viajante é amplamente utilizado para se encontrar o caminho ótimo entre pontos.

Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo o mapeamento da cadeia de suprimentos da associação gestora da usina de beneficiamento de lácteos (AGUBEL), atuante no setor alimentício do nordeste brasileiro, através da modelagem direta e de distanciamento além de propor melhorias nos dois lados da cadeia, visando um melhor transporte de leite por parte dos fornecedores e da empresa para com os clientes.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1. Gestão da Cadeia de Suprimentos**

De acordo com Platt (2015), a Gestão da Cadeia de Suprimentos representa uma série de ações e planejamentos diretamente ou indiretamente relacionados os fluxos que envolvem desde à extração da matéria-prima, até chegar ao consumidor final. Por sua vez, Christopher (2007) define o gerenciamento da Cadeia de Suprimentos como “[...] a gestão das relações a montante e a jusante com fornecedores e clientes, para entregar mais valor ao cliente, a um custo menor para a Cadeia de Suprimentos como um todo”.

### **2.2. Logística**

A logística é o processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, a movimentação e o armazenamento de materiais, peças e produtos acabados por meio da organização e de seus canais de marketing, de modo a poder maximizar as lucratividades presentes e futuras com o atendimento dos pedidos a baixo custo (GOMES, 2020).

Para Costa *et al.* (2010), “A logística é uma atividade que procura um equilíbrio entre outras atividades empresariais, normalmente com um objetivo idêntico (maximizar o lucro), mas com formas distintas e conflituosas de contribuir para este objetivo empresarial”.

De acordo com Gomes *et al.* (2020), “A logística empresarial estuda como a gerência pode incrementar o nível de rentabilidade dos serviços de distribuição aos clientes e/ ou consumidores, por meio de planejamento organizado e controle efetivo das atividades de movimentação e armazenagem, objetivando facilitar o fluxo de produtos”.

### **2.3. Mapeamento de Cadeias de Suprimentos**

Segundo Gasparetto (2003), “Mapeamento de uma cadeia de suprimentos permite que se tenha uma representação das empresas que fazem parte dessa cadeia e, em um nível de maior detalhamento, podem ser identificados os tipos de ligações existentes entre as empresas, e os processos de negócios em que essas ligações ocorrem”.

Quanto de uma cadeia de suprimentos precisa ser gerenciada depende de diversos fatores, como a complexidade dos produtos, o número de fornecedores disponíveis e a disponibilidade de matéria-prima, além do número de níveis da cadeia e do número de fornecedores e clientes em cada nível (LAMBERT, 2001).

### **2.4. Método AHP-Gaussiano**

O método multicritério Analytic Hierarchy Process – Gaussian (AHP-Gaussiano), foi introduzido por Santos, Costa e Gomes (2021), onde visa uma nova abordagem ao método original AHP, que se baseia em uma análise de sensibilidade proveniente do fator Gaussiano.

Com essa abordagem é possível obter os pesos dos atributos a partir de inputs quantitativos das alternativas em seus respectivos atributos, a partir dos dados inseridos na matriz de decisão (SANTOS; COSTA; GOMES, 2021).

O método visa acabar com a dependência que existe da matriz de avaliação entre os critérios, eliminando a necessidade de avaliação entre os atributos na obtenção dos seus respectivos pesos, onde os cálculos incluem a média e o desvio padrão para a alcance da ordenação das alternativas.

### **2.5. Problema do Caixeiro Viajante**

Para Ahmed *et al.* (2017), o Problema do Caixeiro Viajante (PCV) pode ser classificado como um problema de roteirização, no qual pretende-se definir uma única rota que passe em cada nó de um grafo, apenas uma única vez, retornando ao nó inicial ao fim do percurso. Ainda



para o autor, uma das primeiras situações envolvendo problemas de roteirização de veículos abordados na literatura foi o PCV. Matai *et al.* (2010) afirmam que para aplicação desse método deve-se tomar conhecimento das cidades e distâncias ou o custo que represente o trajeto entre estas, de modo a identificar uma rota otimizada, ou seja, aquela que minimize a distância total percorrida.

## 2.6. Caprinocultura Leiteira

A caprinocultura leiteira é uma atividade agropecuária promissora e lucrativa, significativa no meio econômico e social do Brasil, gerando renda para milhares de produtores, principalmente nas regiões menos desenvolvidas, onde atualmente é uma atividade amplamente praticada e em crescimento, principalmente nas regiões do semiáridas nordeste do Brasil (NETO, 2019).

O Brasil possui 8.260.607 caprinos (IBGE, 2017), produzindo 26.100.000 litros de leite caprino. A região Nordeste é a mais representativa, respondendo por 70% da produção nacional, seguida pela região Sudeste, com 24%.

Ressaltando que a Paraíba é a maior produtora do país, a caprinocultura sempre representou uma atividade potencial, principalmente para a região do Cariri, que apresenta gargalos no arranjo produtivo geral, principalmente relacionados à falta de modelos de sistemas de produção. (SOUZA et al. 2016).

## 3. Metodologia

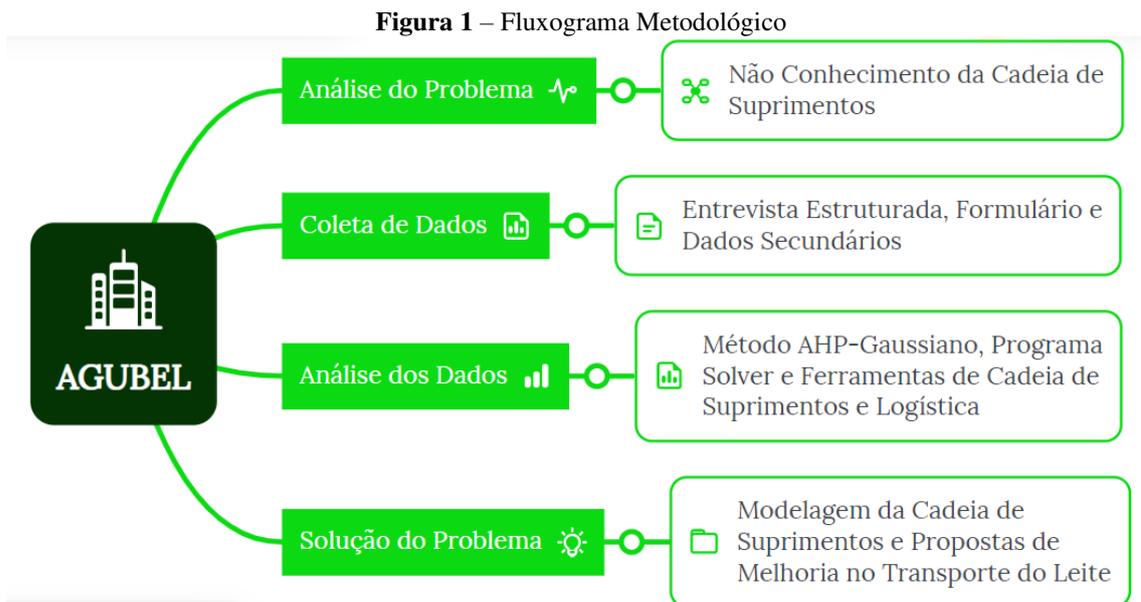
O presente trabalho trata-se de uma abordagem qualitativa e quantitativa de caráter exploratório. O objetivo principal mapear a cadeia de suprimentos de uma empresa de beneficiamento de leite, apresentar possíveis riscos de desabastecimento e pontos de melhoria no ciclo de transporte na cadeia realizado por a empresa.

### 3.1 Período de Coleta de Dados

No período de novembro de 2022 foi realizada uma entrevista estruturada através de formulário online para se entender a composição da empresa, principais fornecedores diretos, clientes diretos e insumos para realização do beneficiamento do leite.

### 3.2. Ferramentas Utilizadas na Pesquisa

Para realização do trabalho, foram utilizadas 3 ferramentas principais, o Google Forms, para realização da entrevista, o Diagrams para ilustração da cadeia de suprimentos e a Planilha em Excel para aplicação do Método AHP-Gaussiano, além do programa Solver no Excel para encontrar a rota de entrega do produto final. Na Figura 1 é apresentado o fluxo metodológico do estudo.



Fonte: Autores (2022)

### 4. Caracterização da AGUBEL

A associação gestora da usina de beneficiamento de lácteos (AGUBEL), é uma empresa do porte demais, excedendo as expectativas de faturamento anual (Figura 2). Atua no ramo alimentício no beneficiamento lácteo, localizada na Fazenda Agreste, S/N, zona rural - Sumé/PB. Possui sete funcionários para realização das atividades diárias, atuando no mercado desde de 2004. Atualmente trabalha apenas com leite de cabra pasteurizado integral, com a finalidade de atender as demandas requisitas em contratos assinados com o programa Alimenta Brasil - Governo Federal em parceria com o Governo do Estado da Paraíba, com pontos de distribuição nos municípios de Parari, Sumé, Boa Vista, Serra Branca, Coxixola, São José dos Cordeiros e Congo.

Figura 2 – Logomarca da AGUBEL



Fonte: AGRICULTURA GOV

## 5. Resultados e Discussão

### 5.1 Cadeia de Suprimentos Direta da AGUBEL

A indústria de beneficiamento de leite AGUBEL tem como principal e única atividade em seu processamento a pasteurização do leite de cabra, advindo dos produtores localizados na região do cariri paraibano e possui, como principal cliente, o Governo Federal através do programa Alimenta Brasil. Para realização dessa atividade a empresa adquiri as embalagens utilizadas no processo da fábrica de embalagens Plasticom Plásticos e Comercio LTDA (CNPJ: 80.474.042/0001-01), localizada na cidade de São José – Santa Catarina e recebe a produção de leite das cidades de São João do Cariri (4 produtores), São José dos Cordeiros (12 produtores), Sumé (38 produtores), sendo a maior concentração de fornecedores da empresa, Serra Branca (09 produtores), Livramento (32 produtores), Coxixola (23 produtores) e Parari (12 produtores). A coleta é realizada em pontos estratégicos em cada uma das cidades mencionadas. A análise do leite também é necessária para realização do processo, quando o leite não está nos padrões especificados pela EMBRABA de caprinos o mesmo não passa pelo beneficiamento e é descartado.

Avaliando a segunda camada de fornecedores para o funcionamento pleno da AGUBEL percebe-se fornecedores de resina e de tinta de baixa migração para a Plasticom. Após várias tentativas de contato frustradas com a fornecedora de plástico laminado ao objeto de estudo, decidiu-se realizar uma busca das principais fabricantes de polietileno e resina do país, no qual foi selecionada para dar continuidade na cadeia a empresa Braskem (CNPJ 42.150.391/0023-89).

Como principal fornecedora de resina do país, que para sua produção recebe como insumo principal o polietileno de uma de suas ramificações situada na cidade de Triunfo, Rio Grande do Sul, que utiliza de cana de açúcar como insumo principal, tornando assim a Braskem a primeira empresa a desenvolver o bio plástico (*I'm Green*) do mundo e produzi-lo em larga escala.



Segundo Vaz (2010) a empresa Cosan localizada na cidade de Ipaussu no estado de São Paulo será a responsável durante 5 (cinco) anos por o abastecimento do etanol hidratado a Braskem a partir do início do processamento na fábrica de Triunfo Rio Grande do Sul, dado no ano de 2021, totalizando anualmente 175 Milhões de litros, carga que será transportada através de ferrovias. Para realizar tal produção a empresa receberá cana de açúcar da região Nordeste do país e dos estados de Minas Gerais, Mato Grosso, São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul também realizada através de ferrovias.

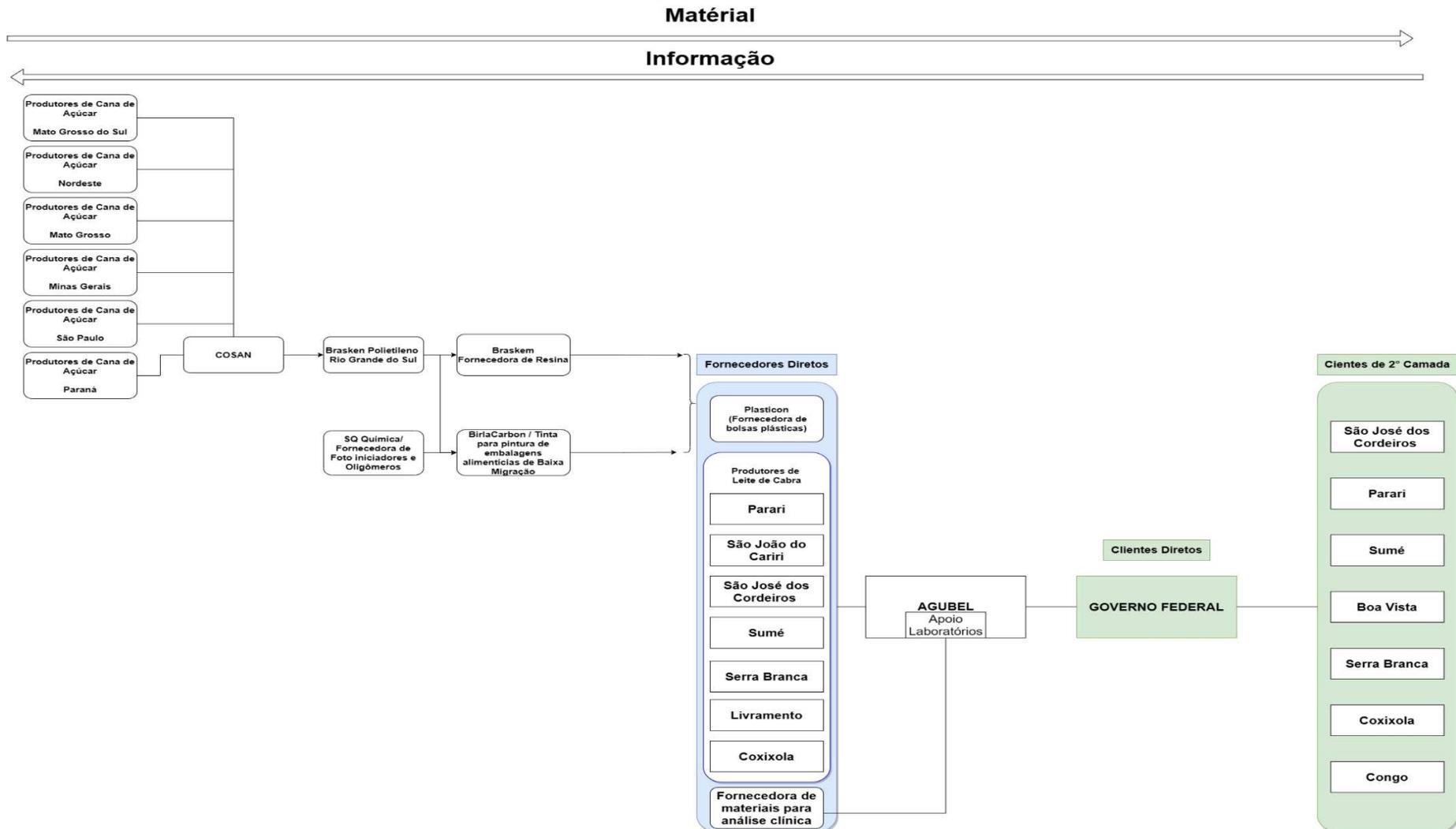
Para produção dos rótulos que se tem na embalagem de plástico laminado, a empresa fornecedora da tinta de baixa migração é a BirlaCarbon (CNPJ: 02.634.915/0002-65) localizada em Santos no estado de São Paulo, que para suas operações utiliza de 3 (três) insumos principais, Foto indicadores, oligômeros e polietileno de alta, mantendo o bom relacionamento da cadeia e pensando já na estrutura existente, a empresa escolhida para o fornecimento dos Foto indicadores e Oligômeros foi a SQ Química (CNPJ: 14.111.367/0001-97) localizada na cidade de Itajaí no estado de Santa Catarina, já o recebimento de polietileno de alta por parte da BirlaCarbon se dá por a Braskem cidade de Triunfo Rio Grande do Sul.

Na perspectiva de clientes a AGUBEL tem como principal e único o Governo Federal, no qual segue uma demanda contratual de 293.623,20 totalizando 564.660 litros de leite, que devem ser entregues durante seis meses.

A distribuição é local ocorrendo nas cidades São José dos Cordeiros, Parari, Sumé, Boa Vista, Serra Branca, Coxixola e Congo no estado da Paraíba. A entrega deverá ser feita conforme os moldes locais disposto no processo de licença nº 003/2012 de acordo com o contrato de dispensa de licitação diariamente ou em casos excepcionais em no máximo 3 dias. A modelagem de forma direta da cadeia de suprimentos da Agubel é representada na Figura 3.



Figura 3 – Modelagem Direta da Cadeia de Suprimentos



Fonte: Autores (2022)



## 5.2. Mapeamento da Cadeia de Suprimentos da AGUBEL

A modelagem da cadeia de suprimentos com as distâncias de cada fornecedores e clientes diretos e indiretos permite uma melhor visualização dos possíveis problemas enfrentados pela distribuição da matéria prima para produção e do produto final.

Analisando a cadeia de suprimentos por parte dos fornecedores, percebe-se que a distribuição da cana de açúcar para a refinaria COSAN é feita de diferentes estados e regiões brasileiras. O principal modal utilizado nesse transporte é o ferroviário, permitindo assim, o transporte de grandes quantidades e a um custo relativamente mais baixo.

Partindo para as outras camadas da cadeia o modal rodoviário é predominante, percorrendo grandes distâncias e passando por diferentes estados. O fornecimento da matéria prima para a BirlaCarbon é estatual percorrendo uma distância relativamente pequena por parte da SQ Química reduzindo então o risco de desabastecimento e podendo ser transportado rapidamente caso aconteça, já em relação a Braskem a distância percorrida é maior aumentando também esse risco.

A Plasticom por sua vez escoar os pedidos da AGUBEL através de distribuidoras de modal rodoviário, podendo apresentar um lead time de 20 dias para entrega.

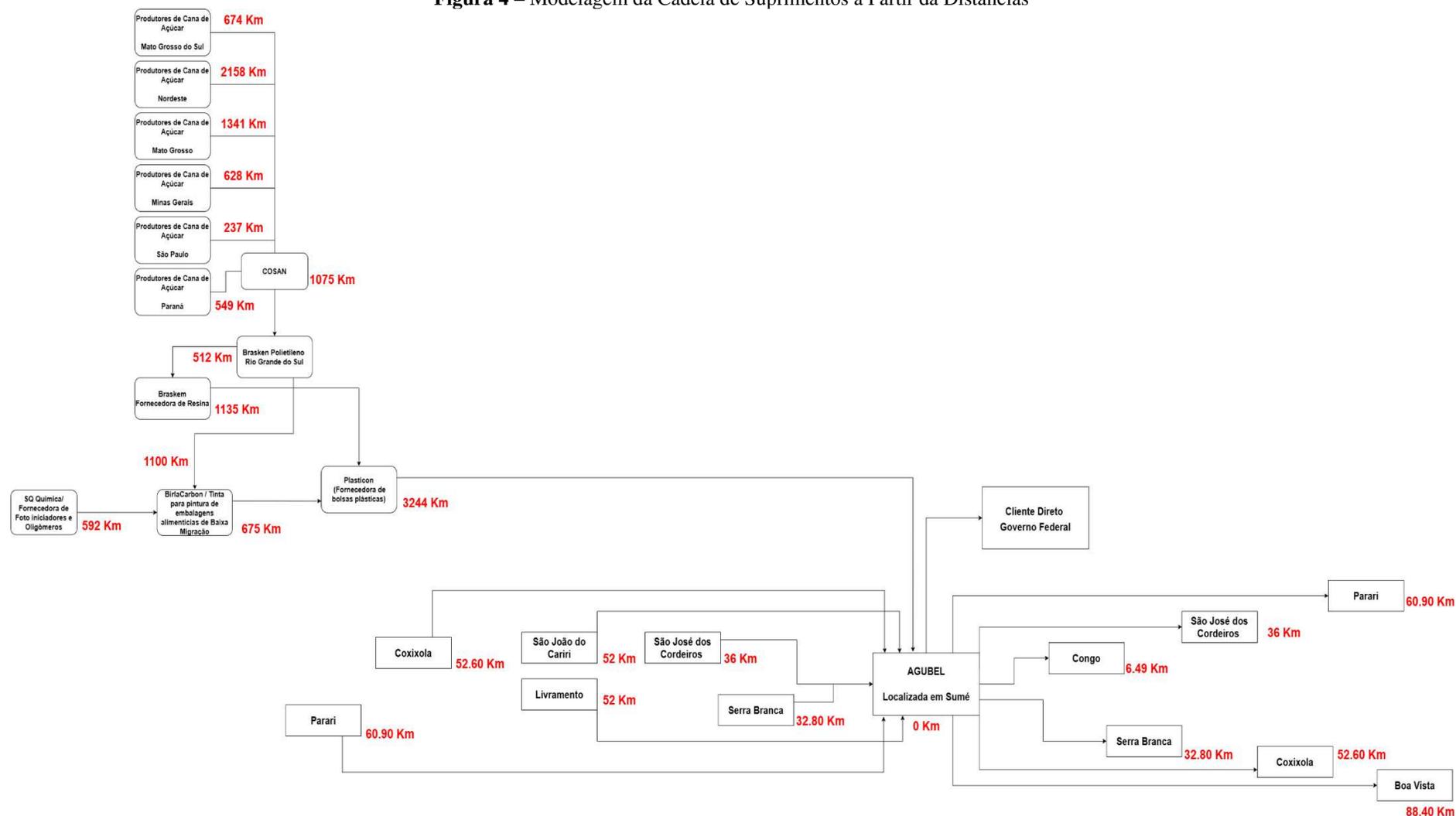
A AGUBEL é a responsável por a coleta do leite de cabra nos pontos de coleta ilustrados na cadeia, a empresa realiza o chamado “*milk run*” para realizar a busca diária do insumo principal de sua cadeia através de modal rodoviário.

Na perspectiva de clientes a AGUBEL tem como cliente principal o governo federal como já citado, porem a empresa é a responsável pela distribuição de sua produção tendo que passar por cada um dos clientes deixando os pedidos de cada um deles. Esse transporte é feito de maneira diária ou no mínimo três vezes na semana através de modal rodoviário.

A Figura 4 ilustra a cadeia de suprimentos modelada a partir das distâncias percorridas da empresa AGUBEL como marco zero apresentando as distâncias de seus fornecedores principais e clientes principais, até as distâncias dos fornecedores secundários aos respectivos galhos da cadeia.



Figura 4 – Modelagem da Cadeia de Suprimentos a Partir da Distâncias



Fonte: Autores (2022)

## 5.5. Propostas de Melhoria

Devido aos problemas observados no transporte logístico do recebimento do leite de cabra na empresa, foi proposto, através do método AHP-Gaussiano no framework (BALDINI, 2021) a seleção e ordenação de baldes de alumínio para o leite ser transportado, visto que o balde de plástico apresenta algumas deficiências, afetando a qualidade do leite. Também foi proposto por meio de uma programação exponencial em solver Excel, qual o melhor caminho para a entrega do leite por parte da AGUBEL passando por todas as cidades e pontos de entrega no menor caminho possível.

### 5.5.1 Estruturação do Problema dos Baldes de Plástico e Solução com Baldes de Alumínio

Os baldes de alumínio são equipamentos fundamentais para as indústrias químicas, alimentícias e farmacêuticas que uma hora ou outra necessitam fazer o transporte de pequenos volumes (de 1 a 100L) de matéria-prima ou produtos acabados. Estudos apontam que uma esmagadora quantidade de empresas realizam esse processo através do uso de baldes plásticos que são muito inadequados para esse processo. A legislação brasileira é extremamente complexa e sob certos aspectos muito exigente quando se trata, principalmente, de indústrias que são fiscalizadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária a ANVISA. Se alguma substância está sendo transportada / ou armazenada por baldes plásticos, a empresa corre um sério risco de ser notificada.

Os baldes de alumínio são muito mais caros do que os baldes de plástico, mas dada a durabilidade e substituição constante dos baldes de plástico, estimamos que os baldes de alumínio se tornem mais econômicos após o terceiro ou quarto ano de uso. Em termos de investimento, há que considerar o custo e o risco de quebra relacionados com o tempo despendido na compra (pedido, emissão de ordem de compra, cobrança, etc.). Muitas vezes, um processo importante é interrompido ou parado pela ausência de um balde quebrado que demora muito para ser substituído. Os baldes de alumínio têm garantia de aproximadamente 10 anos contra defeitos e quebras.

Para o desenvolvimento desta aplicação foram selecionados três tipos de baldes de transportar leite, detalhados a seguir.

### 5.5.1.1. Balde de Alumínio para Leite

O balde de leite é uma ferramenta usada para coletar e transportar o leite das vacas e das cabras que são obtidos a partir de ordenha em fazendas ou propriedades rurais.

Como mencionado anteriormente, foram selecionadas três alternativas para a escolha do balde, o Balde de Leite de Alumínio – KLN (Figura 5), HL-MCG (Figura 6) e o Dasheng (Figura 7). A falta de fichas técnicas mais complexas fez com que houvesse uma limitação dos critérios no processo decisório.

As alternativas e os critérios, pré-selecionados de acordo com a sugestão proposta:

- **Alternativas:** (A1) Balde de Leite de Alumínio – KLN; (A2) Balde de Leite de Alumínio – HL-MCG; e (A3) Balde de Leite de Alumínio – Dasheng.
- **Crítérios:** (C1) Capacidade (Litros); (C2) Peso (Kg); e (C3) Preço (R\$).

**Figura 5** – Balde de Leite de Alumínio KLN



Fonte: ALIBABA.COM “S.D.”

**Figura 6** – Balde de Leite de Alumínio HL-MCG



Fonte: ALIBABA.COM “S.D.”

Figura 7 – Balde de Leite de Alumínio Dasheng



Fonte: ALIBABA.COM “S.D.”

### 5.5.2. Aplicação do AHP-Gaussiano

A primeira etapa da aplicação do método para a escolha do balde é inserir as alternativas e os critérios na matriz de decisão, a próxima etapa é realizar a normalização da matriz de decisão, após realizar a normalização, a etapa seguinte é o cálculo da média, desvio padrão e Fator Gaussiano, e a normalização do Fator Gaussiano. Por fim a partir da multiplicação do Fator Gaussiano Normalizado com a Matriz Normalizada, é gerado a ordenação das alternativas conforme mostra a Figura 8.

Figura 8 – Resultado da Aplicação do AHP-Gaussiano

Tipo	MAX	MIN	MIN
	Capacidade (L)	Peso (KG)	Preço (R\$)
KLN	60	8,8	865,60
HL-MCG	50	8,2	324,60
Dasheng	50	8	527,48

	Capacidade (L)	Peso (KG)	Preço (R\$)
KLN	0,375	0,3151422	0,1884063
HL-MCG	0,3125	0,3382014	0,5024169
Dasheng	0,3125	0,3466564	0,3091767

AHP-G	RANK
0,23016	3
0,4572	1
0,31265	2

Média	0,333333333	0,3333333	0,3333333
Desvio Padrão	0,036084392	0,0163113	0,1583929
Fator Gaussiano	0,108253175	0,048934	0,4751788

Fator G. Norma.	0,17118754	0,0773825	0,75143
-----------------	------------	-----------	---------

Fonte: Autores (2022)

A alternativa proposta pelo AHP-Gaussiano é o Balde de Leite de Alumínio – HL-MCG, com aproximadamente 46%, seguido pelo Balde de Leite de Alumínio – Dasheng, com 31% e por último o Balde de Leite de Alumínio – KLN com 23%.

### **5.5.3. Estruturação do Problema de Roteirização de Entregas do Leite Pasteurizado**

Atualmente as entregas de leite pasteurizado são feitas através de rodovias em caminhão com baú resfriado. A periodicidade das entregas é amarrada contratualmente com o serviço público através do programa Alimenta Brasil, idealizada em 5 entregas semanais e com um mínimo de 3 entregas passível de justificação legal e não sendo permitidos números inferiores.

Para atender tal demanda a empresa objeto de estudo desloca seu caminhão muitas vezes com carga não completa para algumas cidades da região em que atua, garantindo assim a entrega mínima de três lotes semanais em cada.

Essa prática não é a ideal para a empresa, pois abre brechas para quebra contratual e pode minimizar os lucros advindo da entrega dos lotes, já que por vezes o caminhão não apresenta uma carga ideal de trabalho e não existe padronização das rotas a serem seguidas visando minimizar a quilometragem percorrida pôr o caminhão.

Visando maximizar a lucratividade e garantir as 5 entregas semanais, foi modelado a rota ótima para entrega atendendo a todos as cidades da região imediata a qual a empresa é responsável.

### **5.5.4. Aplicação do Solver na Roteirização de Entregas do Leite Pasteurizado**

O meio utilizado para roteirização de entregas foi a modelagem do problema do “Caixeiro Viajante” através do Solver em Excel.

Como primeiro passo da modelagem foi estruturado uma tabela com as distancias das respectivas cidades com a diagonal principal não preenchida. A Figura 9 ilustra a tabela das cidades de roteirização.

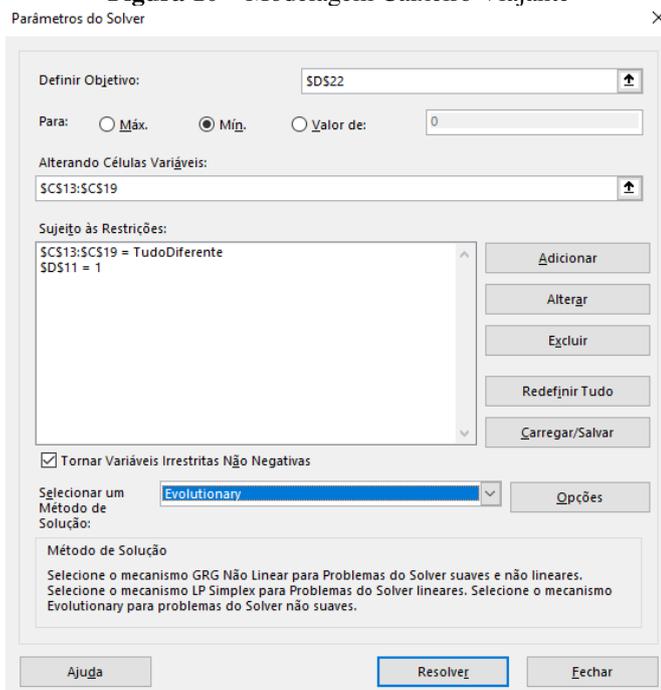
**Figura 9** – Tabela de Cidades da Roteirização

SEQUÊNCIA	CIDADE	SUMÉ	COXIXOLA	CONGO	PARARI	SERRA BRANCA	BOA VISTA	SÃO JOSE DOS CORDEIROS
1	SUMÉ		52,60	32,30	60,90	32,80	88,40	36,00
2	COXIXOLA	52,60		23,00	46,40	19,90	73,80	47,50
3	CONGO	32,30	23,00		69,30	42,80	120,50	67,70
4	PARARI	60,90	46,40	69,30		26,50	57,40	25,40
5	SERRA BRANCA	32,80	19,90	42,80	26,50		55,90	27,00
6	BOA VISTA	88,40	73,80	120,50	57,40	55,90		67,50
7	SÃO JOSE DOS CORDEIROS	36,00	47,50	67,70	25,40	27,00	67,50	

Fonte: Autores (2022)

No roteiro de entrega que deverá ser otimizado deve-se ter o local de saída e de retorno após realização das entregas, no cenário atual da AGUBEL esta cidade é Sumé-PB, Após a criação desse roteiro se utiliza do solver para modelar o problema do caixeiro viajante, observado na Figura 10.

**Figura 10** – Modelagem Caixeiro Viajante



Fonte: Autores (2022)

O objetivo deve ser o campo total de km rodados, deve-se marcar a opção “MIN” para se obter a minimização da distância e como método de solução selecionar a opção “Evolutionary”. As restrições devem ser os pontos nos quais deve-se passar a roteirização e o ponto final do roteiro. A Figura 11 ilustra o resultado obtido na aplicação.

Figura 11 – Caminho Curto

SAÍDA	1	1
LOCAIS	PONTOS	DISTÂNCIA
SUMÉ	1	36,00 km
SÃO JOSE DOS CORDEIROS	7	25,40 km
PARARI	4	57,40 km
BOA VISTA	6	55,90 km
SERRA BRANCA	5	19,90 km
COXIXOLA	2	23,00 km
CONGO	3	32,30 km
FINAL	1	
<b>TOTAL DE KM</b>		<b>249,90 km</b>

Fonte: Autores (2022)

O caminho otimizado para a roteirização totalizou 249,90 Km para entrega a todos os clientes da AGUBEL. A sequência de entrega proposta tem como ponto de partida a cidade de Sumé e seguindo para São José dos Cordeiros, Parari, Boa Vista, Serra Branca, Coxixola e Congo, retornando para o ponto de partida.

## 6. Considerações Finais

A partir da necessidade do mapeamento da cadeia de suprimentos para uma indústria de laticínios, percebeu-se que seu envolvimento não é apenas local, mas sim nacional para garantia de seu pleno funcionamento. Os modelos selecionados para apresentação da cadeia foram o Direto e o Modelo partindo do distanciamento dos seus galhos.

Com essa modelagem percebeu-se também pontos de melhoria na distribuição do leite já pasteurizado, a aplicação do problema do caixeiro viajante para roteamento mostrou-se eficaz, programando a rota ótima para realização dessa entrega. O problema de transporte do leite por parte do fornecedor em refratários inadequados foi proposto uma possível melhoria com a aplicação do modelo multicritério de apoio a tomada de decisão, apresentando como melhor alternativa o Balde de Leite de Alumínio – HL-MCG.



## REFERÊNCIAS

- AHMED, Belal., Chouhan, S. S., Biswas, S., Gayathri, P. e Santhi, H. **Analysis of travelling salesman problem. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 263, n. 4, p.042085, 2017.
- BALDINI, Fabio; SANTOS, Marcos.; COELHO, Leandro dos Santos; MARIANI, Viviana Cocco. **AHP-GAUSSIANO em VBA (v.1)** 2021.
- BOWERSOX, Donald J. et al. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. AMGH Editora, 2013.
- CHING, Hong Yuh. **Gestão de estoques na cadeia logística integrada: Supply Chain**. São Paulo: Atlas, 1999.
- CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: criando redes que agregam valor**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- COSTA, João Paulo; DIAS, Joana Matos; GODINHO, Pedro. **Logística**. Imprensa da Universidade de Coimbra, 2010.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.
- GASPARETTO, Valdirene et al. **Proposta de uma sistemática para avaliação de desempenho em cadeias de suprimentos**. 2003.
- GOMES, Carlos Francisco Simões; RIBEIRO, Priscilla Cristina Cabral. **Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação**. Editora Senac Rio, 2020.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **SIDRA**. 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>. Acesso em 30 de julho de 2022.
- LAMBERT, Douglas M.; POHLEN, Terrance L. **Supply chain metrics**. The International Journal of Logistics Management, v. 12, n. 1, p. 1-19, 2001.
- MATAI, R., Singh, S. P. e Mittal, M. L. **Traveling salesman problem: An overview of applications, formulations, and solution approaches**. In: Davendra, D. (ed.) *Traveling Salesman Problem, Theory and Applications*. Rijeka, Croácia: InTech, 2010. p. 1-25.
- NETO, ARAÚJO et al. **Análise da aplicabilidade de ferramentas de gestão da qualidade na caprinocultura leiteira**. 2019.
- PLATT, Allan Augusto. **Logística e Cadeia de Suprimentos**. 2015.
- SANTOS, Marcos dos; COSTA, Igor Pinheiro de Araujo; GOMES, Carlos Francisco Simões. **Multicriteria decision-making in the selection of warships: a new approach to the AHP method**. International Journal of the Analytic Hierarchy Process, 13(1). 2021.
- SANTOS, Marcos. Notas de aula –**Tomada de Decisão com o Método AHP-Gaussiano**, (2021).
- SOUZA, W. H.; RAMOS, J. P. F.; FILHO, E. C. P.; MENEZES, L. M. **Potencialidades da exploração de Caprinos Leiteiros na Paraíba**. Sobral: Anais do 13º Workshop sobre Produção de Caprinos na Região da Mata Atlântica – EMBRAPA, 2016.
- VAZ, Tatiana. **Cosan fornecerá etanol para a Brakem nos próximos 5 anos**. Disponível em: <https://exame.com/negocios/cosan-fornecera-etanol-braskem-proximos-5-anos-572496/>. Acesso em 27 de novembro de 2022.
- YIN, R. **Case study research: design and methods**. Newbury Park: Sage, 1991.