



Programa de Pós-graduação em Gestão de Negócios

PROJETO APLICATIVO 2022

Grupo 3

Flávia Amaral de Aguiar

Leandro de Bittencourt Couto Mello

Leonardo Avila Fernandes Mol Pereira

Luiz Henrique Lauro Bernardes

Lucas Gonçalves Nascimento

Rômulo Calzavara de Sousa

FUNDAÇÃO DOM CABRAL

PROGRAMA DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DE NEGÓCIOS

Flávia Amaral de Aguiar

Leandro de Bittencourt Couto Mello

Leonardo Avila Fernandes Mol Pereira

Luiz Henrique Lauro Bernardes

Lucas Gonçalves Nascimento

Rômulo Calzavara de Sousa

**VIABILIDADE OPERACIONAL E ECONÔMICA DA INTEGRAÇÃO DE UM TERMINAL DE
FERTILIZANTES COM UMA INDÚSTRIA MISTURADORA**

Belo Horizonte

2022

Flávia Amaral de Aguiar
Leandro de Bittencourt Couto Mello
Leonardo Avila Fernandes Mol Pereira
Luiz Henrique Lauro Bernardes
Lucas Gonçalves Nascimento
Rômulo Calzavara de Sousa

**VIABILIDADE OPERACIONAL E ECONÔMICA DA INTEGRAÇÃO DE UM TERMINAL DE
FERTILIZANTES COM UMA INDÚSTRIA MISTURADORA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Especialização em Gestão de Negócios da Fundação Dom Cabral como requisito parcial para a conclusão da Especialização em Gestão de Negócios.

Orientador: Ramon Victor Cesar

**Belo Horizonte
2022**



DEDICATÓRIA

Dedicamos nosso trabalho a todos que, de alguma maneira, que nos trouxeram aqui, que sonharam os nossos sonhos e acreditaram em nossa capacidade.

AGRADECIMENTOS

Ao SEST SENAT por ter nos proporcionado essa especialização, contribuindo fortemente para o desenvolvimento de todo o setor de transporte no país.

A Fundação Dom Cabral e seu corpo docente, que mesmo em um período de pandemia, com tantas incertezas, nos entregou um curso com excelência e segurança.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para este Projeto.



"Se você não for obstinado, você vai desistir de experiências muito cedo. E se você não for flexível, você vai bater com a cabeça na parede e não vai ver uma solução diferente para um problema que está tentando resolver."

— Jeff Bezos

RESUMO

O presente estudo abordou o cenário das indústrias de fertilizantes e a distribuição e o transporte dos fertilizantes enquanto diferencial competitivo. A proposta envolveu a avaliação da operação da ponta final da cadeia logística do fertilizante no estado do Mato Grosso, MT, e da propositura de uma melhor solução para atender a demanda crescente desse setor com o menor custo para sua industrialização dentro de uma unidade misturadora de referência. Buscou-se responder se a integração de um terminal de fertilizantes no complexo ferroviário Rumo em Rondonópolis/MT com uma indústria misturadora de fertilizantes é viável operacional e economicamente. O objetivo geral foi realizar um estudo de viabilidade operacional e econômica da integração de um terminal de fertilizantes existente no complexo ferroviário Rumo, localizado em Rondonópolis/MT, com uma indústria misturadora de fertilizantes “bandeira-branca” a ser desenvolvida. A metodologia exploratória, descritiva, com abordagem quali-quantitativa onde se seguiu na identificação dos fluxos operacionais existentes e os que deverão ser desenvolvidos a partir da nova misturadora; na comparação distinta de cada modo de transporte possível e do modelo atual da logística praticada pelas indústrias misturadoras existentes na região com a nova solução proposta. Como resultado, verificou-se o VPL foi de 53,7 milhões de reais em 15 anos, com uma TIR de 13,39% e payback de 13 anos como indicativo de atratividade para o investimento. Na redução do payback para 10 anos adotou-se a estratégia de incorporação de 25% da redução do frete do cliente no preço de venda médio no 1º ano refletindo diretamente nos indicadores financeiros. Ficou concluído que a integração de um terminal do complexo ferroviário Rumo, localizado em Rondonópolis/MT com uma indústria misturadora de fertilizantes mostrou-se viável operacional e financeiramente, com evidente benefício para o cliente, proporcionando ganhos de qualidade, redução do custo logístico, além da postergação e/ou eliminação da demanda pela ampliação da capacidade produtiva.

Palavras-chave: Viabilidade operacional; Viabilidade Econômica; Integração; Indústria de fertilizantes.

ABSTRACT

This study addressed the scenario of the fertilizer industries and the distribution and transport of fertilizers as a competitive differential. The proposal involved evaluating the operation of the end of the fertilizer logistics chain in the state of Mato Grosso, MT, and proposing a better solution to meet the growing demand in this sector at the lowest cost for its industrialization within a mixing unit of reference. We sought to answer whether the integration of a fertilizer terminal in the Rumo railway complex in Rondonópolis/MT with a fertilizer mixing industry is operationally and economically viable. The general objective was to conduct an operational and economic feasibility study for the integration of an existing fertilizer terminal in the Rumo railway complex, located in Rondonópolis/MT, with a “white flag” fertilizer mixing industry to be developed. The exploratory, descriptive methodology, with a quali-quantitative approach, followed by the identification of the existing operational flows and those that should be developed from the new mixer; in the distinct comparison of each possible mode of transport and the current model of logistics practiced by the mixing industries existing in the region with the new proposed solution. As a result, the NPV was 53.7 million reais in 15 years, with an IRR of 13.39% and payback of 13 years as an indication of attractiveness for the investment. In reducing the payback to 10 years, the strategy of incorporating 25% of the reduction in customer freight into the average sales price in the 1st year was adopted, directly reflecting on the financial indicators. It was concluded that the integration of a Rumo railway complex, located in Rondonópolis/MT with a fertilizer mixing industry, proved to be operationally and financially viable, with clear benefits for the customer, providing quality gains, reduced logistical costs, in addition to the postponement and/or elimination of demand through the expansion of production capacity.

Keywords: Operational feasibility; Economic viability; Integration; Fertilizer industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição espacial das principais ferrovias do Brasil.....	24
Figura 2: Cadeia logística e seus elementos.....	31
Figura 3 - Fluxo logístico para cálculo de tempo de ciclo atual.....	42
Figura 4 - Fluxo logístico proposto com a misturadora integrada ao terminal para.....	42
Figura 5 - Distribuição por UF safra de milho 2019/2020	52
Figura 6 - Distribuição por UF da safra de soja 2019/2020	53
Figura 7 – Principais modos de transporte utilizados para importação de fertilizantes pelo Brasil em 2020.....	59
Figura 8 – Fluxo logístico do fertilizante simplificado	60
Figura 9 – Fluxograma da logística nacional dos fertilizantes.....	61
Figura 10 – Identificação e localização das estruturas da empresa	65
Figura 11 – Polos de mistura com capacidade de atendimento pela ferrovia – Terminal Rondonópolis localizado na região 5.....	66
Figura 12 – Volume de fertilizantes demandando na região de atendimento do complexo ferroviário Rumo	67
Figura 13 – Crescimento esperado na demanda de fertilizantes importados.	68
Figura 14 - Modelo associativo entre correto manuseio entre os modais de transporte e perda de qualidade do produto da Yara.....	70
Figura 15 – Fluxo de processamento e distribuição de fertilizantes.....	73
Figura 16- Localização da unidade misturadora, alimentada pela correia transportadora, direto da ferrovia	74
Figura 17 - Fluxo logístico com a eliminação de um trecho rodoviário	75
Figura 18 - Layout básico do projeto da unidade misturadora “bandeira branca” integrada ao terminal de fertilizantes	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Adaptação interna – portos de interesse.....	61
Quadro 2 - Adaptação interna – segunda concessão.....	62
Quadro 3 - Adaptação interna - distâncias rodoviárias com origem em cada porto.....	64
Quadro 4 - Economia estimada do frete rodoviário	77
Quadro 5 - Economia estimada na perda do produto	78
Quadro 6 - Tempo de Ciclo por Viagem - cenário atual X projetado	80
Quadro 7 - Taxa Comercial - cenário atual X projetado	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Série Histórica – Soja (1990 – 2012)	49
Tabela 2: Série Histórica – Milho (1990 – 2012)	50
Tabela 4 - Estimativa do crescimento da produção de soja	55
Tabela 6 – Principais exportadores para o Brasil 2019/2020.....	57
Tabela 7 – Principais produtos importados pelo Brasil em 2020 no setor de fertilizantes	58
Tabela 8 – Rank dos estados que mais importaram fertilizantes em 2020	58
Tabela 9 - Descrição dos produtos sólidos granulados, mistura de grânulos, micro granulados, pó, farelados e pastilhas.....	70
Tabela 10 - Cronograma Físico-Financeiro	82
Tabela 11 - Período de depreciação	83
Tabela 12 – Descrição dos itens necessários aos negócios.....	83
Tabela 13 - Saída - Custo nominal de depreciação	85
Tabela 14 - Custo fixo e variável.....	86
Tabela 15 - Volume e Receita de vendas.....	87
Tabela 16 - Fluxo de caixa líquido	88
Tabela 17 - Entrada: Receita acrescida da captura de 25% da redução do frete.....	89
Tabela 18 - Fluxo de caixa líquido com a receita acrescida da captura de 25% da redução do frete.....	90

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Série Histórica -Soja (1990 – 2012) e projeções de cenários médio e otimista (2013-2035) para soja em grão – Brasil	49
Gráfico 2 – Série Histórica -Soja (1990 – 2012) e projeções de cenários médio e otimista (2013-2035) para milho em grão – Brasil	50
Gráfico 3 – Previsão de produção e área plantada para safra de 2029/30.....	52
Gráfico 4 – Percentagem de participação no mercado de produção de fertilizantes por país	56
Gráfico 5 – Importação de fertilizantes por NCM em 2020	58
Gráfico 6 – Rank de movimentação de fertilizantes nos portos brasileiros.....	61
Gráfico 7: Fluxo Líquido do 1º ao 15º ano	87
Gráfico 8 - Payback identificado no Fluxo de Caixa descontado - 13º ano.....	88
Gráfico 9 - Payback identificado no Fluxo de Caixa descontado - 10º ano.....	90

LISTA DE ABREVIATURAS

MT - Mato Grosso

PIB - Produto Interno Bruto

SCM - *Supply Chain Management*

SIADE - Sistema de Acompanhamento do Desempenho das Concessionárias de Serviços Públicos de Transporte Ferroviário

TIR - Taxa Interna de Retorno

TU -Toneladas Úteis

VLP - Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1 RESUMO EXECUTIVO.....	16
1.1 <i>Problema de Pesquisa.....</i>	17
1.2 <i>Justificativa da escolha do problema e relevância do projeto para a organização.....</i>	19
1.3 <i>Objetivos.....</i>	20
1.3.1 <i>Objetivo geral.....</i>	20
1.3.2 <i>Objetivos específicos.....</i>	21
1.4 <i>Breve apresentação dos capítulos do Projeto Aplicativo.....</i>	21
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
2.1 <i>Concepção Logística do modal ferroviário.....</i>	23
2.2 <i>Integração Logística.....</i>	29
2.2.1 <i>Armazenagem.....</i>	32
2.2.2 <i>Transporte.....</i>	33
2.3 <i>Distribuição e transporte de fertilizantes.....</i>	34
2.4 <i>Importância dos estudos de viabilidade operacional e econômica.....</i>	36
3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	39
3.1 <i>Método de pesquisa.....</i>	39
3.2 <i>Método de Abordagem.....</i>	40
3.3 <i>Método de procedimento.....</i>	41
3.4 <i>Técnicas de pesquisa.....</i>	41
3.4.1 <i>Viabilidade Operacional.....</i>	42
3.4.2 <i>Cálculo de tempo de ciclo.....</i>	44
3.4.3 <i>Viabilidade financeira.....</i>	44
4 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE INFORMAÇÃO.....	46
4.1 <i>Análise do Setor de Fertilizantes no Brasil.....</i>	46
4.2 <i>O mercado da agricultura brasileira.....</i>	48
4.3 <i>O mercado brasileiro de fertilizantes.....</i>	55
4.4 <i>Panorama tributário brasileiro para a indústria de fertilizantes.....</i>	59
4.5 <i>Diagnóstico do Negócio.....</i>	59
4.6 <i>Realidade da empresa.....</i>	64
4.6.1 <i>A importância da qualidade dos fertilizantes.....</i>	70
4.6.2 <i>Processo Produtivo.....</i>	72
5 PROPOSTA DE SOLUÇÃO.....	74
5.1 <i>Implantação de unidade misturadora junto ao terminal de fertilizantes.....</i>	75
5.2 <i>Análise de economia após implantação da planta da misturadora de fertilizantes interligada ao armazém.....</i>	77
5.3 <i>Análise operacional após implantação da planta da misturadora de fertilizantes interligada ao armazém.....</i>	78



<i>5.4 Análise de viabilidade e cronograma de implantação da unidade misturadora.....</i>	<i>81</i>
5.4.1 Análise de viabilidade	85
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	91
REFERÊNCIAS	94

1 RESUMO EXECUTIVO

Como pano de fundo para o presente projeto aplicativo tem-se a logística no contexto da agricultura, este, por sua vez, o maior provedor de meios de subsistência em nível global. O referido setor também contribui de modo significativo para o Produto Interno Bruto (PIB). Agricultura sustentável, em termos de segurança alimentar, emprego rural e tecnologias ambientalmente sustentáveis, como conservação do solo, gestão sustentável de recursos naturais e proteção da biodiversidade, necessita de planejamento logístico para o desenvolvimento rural holístico (PEREIRA, 2020).

Nessa visão integral da agricultura, os avisos sobre a ameaça da crise dos fertilizantes à segurança alimentar global estão chegando de forma rápida e alarmante. Na Europa, os altos preços dos nutrientes têm agricultores enfrentando dificuldades de planejamento logístico que garantam a qualidade e a segurança de seus cultivos. As autoridades advertiram que os produtores podem reduzir o uso, porém, há o risco de que o aumento dos custos de fertilizantes e menos oferta acabe por limitar a produção agrícola (RIBEIRO, 2017).

SISWANTO *et al.*, (2018) destacam que o mercado global de fertilizantes sofre reflexos diretos do apoio logístico, do volume de produção e no aumento no custo do gás, uma matéria-prima chave. A realização da logística de graneis sólidos agrícolas no Brasil envolve o enfrentamento diversos desafios que abarcam os entraves de empreender neste segmento atravessam pela precarização dos corredores rodoviários de exportação. Não obstante, os autores consideram a redução dos investimentos públicos em diferentes modais e da pouca capacidade de armazenamento, quando comparada com o aumento da produção de grãos, como soja, milho, arroz, trigo e entre outros.

SANTOS (2021) assinala o crescimento na produção de graneis sólidos em 2018/2019, sendo a maior safra de grãos da história, com a produção de 328,9 milhões de toneladas. Considerando a cadeia agrícola de grãos alcance ainda mais sucesso, com números cada vez

mais significativos, as culturas “precisam receber alguns dos insumos fundamentais para o bom desempenho da safra: os fertilizantes agrícolas, como os inorgânicos, organo-minerais e hidrossolúveis, que são responsáveis pela otimização dos resultados no campo”.

A agricultura brasileira e as atividades aliadas vivenciam uma verdadeira revolução no que se refere a distribuição dos fertilizantes. O governo brasileiro se esforça para proteger o agricultor de mudanças de valor, obtendo sua entrega no suporte mínimo de preços, escolhidos pelos órgãos de classe agrícolas, considerando os custos no conjunto das despesas de cultivo de uma safra específica (PEREIRA, 2020).

A questão logística para as indústrias misturadoras de fertilizantes influencia diretamente no consumo desses produtos. Embora essa indústria venha progredindo rapidamente, aumentando considerável na produção nacional de fertilizantes ao longo dos anos, ainda não é o suficiente para manter o ritmo com o crescimento do consumo (SANTOS, 2021).

No que se refere à logística, este é um assunto que vem ganhando cada vez mais espaço depois da abertura econômica entre os países, a globalização em avanço constante, um ambiente de concorrência em franco aumento e muita instabilidade econômica no mundo todo. A logística se consolida como instrumento imprescindível para que as empresas tenham um diferencial no mercado.

Mediante o adequado planejamento logístico, as empresas conseguem reduzir seus custos operacionais, potencializar os processos de negociação, venda e entrega de produtos / serviços e angariar cada vez mais confiança de seus clientes, uma meta importante para que as empresas otimizem seus custos (RIBEIRO, 2017).

Em específico, evidencia-se que a viabilidade operacional envolve os recursos humanos disponíveis para o projeto e envolve projetar se o sistema será utilizado se for desenvolvido e implementado. A viabilidade econômica envolve análise da relação custo-benefício de um

projeto para determinar se a empresa deve realizar o projeto com base na rentabilidade ou não. Para determinar essas viabilidades, é importante entender o compromisso da gestão com o projeto proposto como foi dito por Siswanto *et al.*, (2018). Neste contexto, foi realizado um trabalho sobre a logística empresarial na comercialização de fertilizantes no Brasil.

1.1 Problema de Pesquisa

Muito vem se falando sobre a evolução do mercado e a logística, especialmente associado ao termo globalização, para se referir a uma economia em larga escala, com efeitos sentidos em amplas dimensões. No âmbito das atividades logísticas de fertilizantes, tem-se o escopo desse mercado globalizado, atributos como a competitividade, a concorrência, a exigência de consumidores cada vez mais qualificados e outros aspectos tangentes à diferentes áreas tais como o comércio; indústria; terceiro setor; a prestação de serviço e outros setores que também exigem criatividade e constante aprimoramento tecnológico.

A busca de uma excelência na logística que garanta a integridade e a qualidade dos produtos a fim de impedir sua contaminação e/ou deterioração, além dos ganhos relacionados à otimização do tempo e da mão de obra, evitando também os desperdícios, é fundamental para qualquer empresa.

SISWANTO *et al.*, (2018) assinalam que paralisações das fábricas de fertilizantes no Brasil destacaram a quão crítica é a situação, porque cortou os suprimentos de dióxido de carbono, um subproduto necessário para tudo, desde o abate de animais até a embalagem de alimentos. No Brasil enfrenta o risco de escassez de fertilizantes a partir de 2019 devido à queda da produção chinesa na esteira dos altos custos de energia.

Especificamente para indústrias de fertilizantes, GURNING *et al.*, (2013) assinalam que a distribuição e o transporte dos fertilizantes é um diferencial competitivo. As indústrias devem ser capazes de armazenar o produto estrategicamente ao longo dos principais rios, estradas

e linhas ferroviárias. Devem trabalhar a capacidade de armazenamento em um mercado específico para que possa ter o produto disponível quando e onde for necessário.

A proposta desse trabalho parte da avaliação da operação da ponta final da cadeia logística do fertilizante no estado do Mato Grosso, MT, e da propositura de uma melhor solução para atender a demanda crescente desse setor com o menor custo para sua industrialização dentro de uma unidade misturadora de referência.

Busca-se responder a seguinte questão: a integração de um terminal de fertilizantes no complexo ferroviário Rumo em Rondonópolis/MT com uma indústria misturadora de fertilizantes é viável operacional e economicamente?

1.2 Justificativa da escolha do problema e relevância do projeto para a organização

A realização desse estudo se justifica, especialmente por possibilitar maior familiarização com os aspectos teóricos do planejamento na cadeia de distribuição e transporte de fertilizantes, principalmente no que se refere ao contexto da cadeia logística com o aperfeiçoamento das ferramentas e os modais disponíveis, a sua integração, cuidados para a sua implantação e a própria dinâmica de execução. Trata-se da oportunidade de aprofundar uma das temáticas pertinentes à integração logística de fertilizantes.

Acredita-se que o presente projeto aplicativo pode contribuir, de maneira positiva, para o maior domínio e conhecimento sobre as atividades logísticas de fertilizantes fornecendo apoio necessário para as decisões estratégicas, evidenciando que as mesmas podem ser tomadas de forma inteligente, através da integração sistemas de organização.

É nesse sentido que se desdobra a relevância deste estudo, mostrando a dinâmica a integração logística no segmento de fertilizantes, cuja modelagem possibilita que diferentes empresas possam trabalhar com uma grande massa de dados sem que se tenha o risco da

perda de performance, bastando que todos os aspectos para a sua implantação bem como o conhecimento de suas características existam e assim será possível ampliar os benefícios da integração logística propósito de uma gestão mais eficiente otimizada e assertiva da produção agrícola.

Especificamente, no contexto da integração de um terminal de fertilizantes no complexo ferroviário Rumo em Rondonópolis/MT com uma indústria misturadora de fertilizantes, a realização desse estudo permite compreender um modelo de distribuição que garanta vantagem competitiva e atender aquilo que os agricultores precisam, quando e onde necessitarem.

Como postula RIBEIRO (2017), o tempo impulsiona o cronograma de colheita e, para que se possa atender lugares diferentes precisando de fertilizante em momentos diferentes, deve-se trabalhar adequadamente a integração com as instalações de terminais de transporte que permite a distribuição dos produtos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Realizar um estudo de viabilidade operacional e econômica da integração de um terminal de fertilizantes existente no complexo ferroviário Rumo, localizado em Rondonópolis/MT, com uma indústria misturadora de fertilizantes “bandeira-branca” a ser desenvolvida.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são: i) identificar os fluxos operacionais existentes e os que deverão ser desenvolvidos a partir da nova misturadora; ii) compará-los distintamente de cada modo de transporte possível. Portanto, de maneira objetiva, o projeto irá comparar o modelo atual da logística praticada pelas indústrias misturadoras existentes na região com a nova solução

proposta, tendo como premissa a análise de demanda e crescimento do mercado dentro do estado do MT.

1.4 Breve apresentação dos capítulos do Projeto Aplicativo

A pesquisa aqui realizada é formada por seis capítulos principais organizados de maneira a trazer maior estruturação para os assuntos abordados. Em regra, o primeiro capítulo traz o resumo contemplando o cenário; a problemática da pesquisa, bem como os objetivos a serem alcançados. O segundo capítulo apresenta as principais bases conceituais que se relacionam ao cenário de planejamento logístico, distribuição e transporte, dando ênfase ao modal ferroviário. Para endossar a relevância do tema, são pontuadas questões relacionadas aos custos operacionais e aos desafios inerentes as atividades relacionadas as indústrias de fertilizantes.

No terceiro capítulo é exposta a metodologia de pesquisa, considerando o levantamento bibliográfico e a pesquisa-ação. O presente trabalho se baseou em uma abordagem de natureza quali-quantitativa, contendo classificação, etapas e amostragens observadas pelos participantes do grupo dentro das rotinas operacionais da cadeia logística multimodal na qual se pretende integrar o terminal existente em Rondonópolis/MT, no complexo ferroviário do município, com uma misturadora de fertilizantes.

No quarto capítulo contempla uma breve análise do setor, apresentando informações estruturadas acerca das realidades organizacionais brasileiras relacionadas ao consumo, produção e distribuição de fertilizantes. O quinto capítulo traz a análise de viabilidade, assim como a descrição da solução proposta para atender os objetivos específicos deste trabalho. Por fim, o sexto capítulo evidencia as considerações finais e as limitações acerca da pesquisa para desenvolvimentos e estudos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Concepção Logística do modal ferroviário

Lessa (2009) e Castro (2019) descrevem o transporte ferroviário como aquele realizado sobre linhas férreas, de pessoas e / ou mercadorias. As mercadorias transportadas neste modal são de baixo valor agregado e em grandes quantidades, como: minério, produtos agrícolas, fertilizantes, carvão, derivados de petróleo etc.

Já Souza (2015) complementa o entendimento do modal ferroviário como aquele realizado por trens, compostos por vagões, que por sua vez são puxados por locomotivas, para este transporte são utilizados os trilhos. O autor ainda assinala que o modal ferroviário é conhecido como todo transporte de pessoas ou produtos/materiais efetuados através de vias férreas (estrada de ferro = trilhos) em vagões fechados, plataformas etc. A título de exemplo, afirma que, em geral, os trens são compostos por aproximadamente 100 vagões, cada com capacidade em torno de 72 toneladas.

Como publicado por Pêgo *et al.*, (2017), o referido meio de transporte possui características específicas, tais por sua capacidade de transportar grandes volumes; por contar com elevada eficiência energética, especialmente em casos de deslocamentos a médias e grandes distâncias e por apresentar maior segurança, em relação ao modal rodoviário, com menor índice de acidentes e menor incidência de furtos e roubos.

Paolinelli (2021) aponta que o sistema ferroviário brasileiro é considerado o maior da América Latina, em termos de carga transportada, superando os 250 bilhões de toneladas quilômetro útil (tku), em 2020. Os dados operacionais e econômico-financeiros encontram-se disponíveis no Sistema de Acompanhamento do Desempenho das Concessionárias de Serviços Públicos de Transporte Ferroviário (SIADE).

No Brasil, Castro (2019) reforça que a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) é o órgão responsável pela gestão dos serviços de transporte ferroviário em malha ferroviária concedida, entre portos brasileiros e fronteiras nacionais, ou que transponham os limites de Estado ou Território.

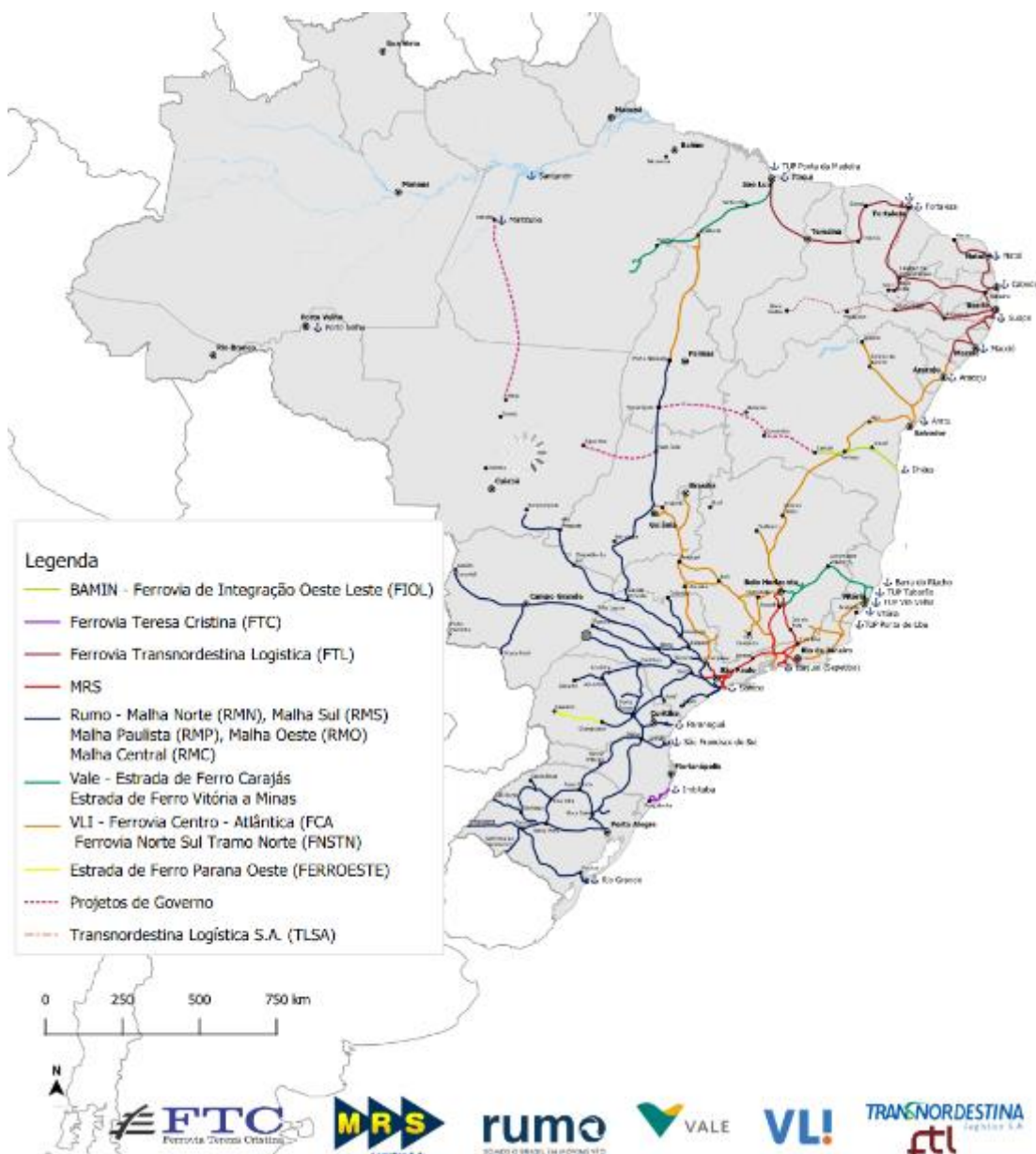
Bertaglia (2015) defende que o modal ferroviário, em geral, é usado como transporte para grandes volumes, com um valor unitário baixo, que não tem a urgência de entrega e terminais fixos, não pode ser utilizado onde se requer coleta e entrega ponto a ponto, devido a sua falta de flexibilidade. O autor cita como principais cargas do modal ferroviário: Produtos siderúrgicos; Grãos; Minério de ferro; Cimento e cal; Adubos e fertilizantes e Derivados de petróleo.

O transporte ferroviário de carga traz as marcas da sua história, em que a malha ferroviária, sendo construída para atender ao modelo econômico agroexportador vigente e em constante transformação ao longo do tempo em seu conteúdo, porém não em seu objetivo central. Atualmente ainda se observa que ferrovias respondem por um desenvolvimento socioeconômico (BRASIL, 2021).

O modal ferroviário é apontado como um meio de transporte eficiente para as *commodities* agrícolas e minerais negociadas pelo país, produzidas ou extraídas em áreas tradicionais ou em novas fronteiras de monocultura. Assim, a localização das ferrovias brasileiras acompanha a distribuição liga os centros economicamente dinâmicos do país às suas portas de entrada e saída, em especial os portos (CAMPOS NETO *et al.*, 2011).

Por igual motivo, diz Andrade (2016) que existe uma concentração da malha ferroviária no centro-sul do Brasil, como pode ser verificado no mapa representado na Figura 1:

Figura 1 - Distribuição espacial das principais ferrovias do Brasil:



Fonte: Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários – ANTF

Lessa (2009) defende que, mesmo com suas dimensões continentais, o Brasil não explora e utiliza o potencial comparativo do transporte ferroviário. Contudo, as características e os

custos do modal fazem com que países de grandes dimensões territoriais lancem mão do modal ferroviário e boa parte de suas cargas são transportados por trens.

Borça e Quaresma (2015), em sua análise acerca das concessões de ferrovias à iniciativa privada, afirmam que estas apresentaram resultados positivos em termos de investimentos e produção ferroviária. Segundo o autor, as aplicações de recursos privados e públicos em ferrovias apresentaram leve crescimento quando comparadas às suas participações no produto interno bruto (PIB), passando de um patamar de 0,05% para 0,1%, entre 1999 e 2013. A produção ferroviária cresceu 92,7%, passando de 138,9 bilhões de tonelada-quilômetro-útil (TKU) para 267,7 bilhões de TKU, nesse mesmo período. O volume transportado teve um incremento de 79,6%: em 1999 foram transportadas 256,0 milhões de toneladas úteis (TU) e em 2008, este volume atingiu 459,7 milhões de TU.

Lang (2015) sustenta que o controle da ferrovia por um usuário pode inibir a entrada de outro usuário. Considerando o rol das grandes ferrovias, apenas as controladas pela ALL não tem um usuário como controlador. Ainda que se tenha tal possibilidade de discriminação pelas controladoras, o aumento do volume transportado de minério de ferro, de propriedade das controladoras, e do volume de carga geral (em geral dos usuários não controladores) foi similar.

Autores como Castro (2019) e Campos Neto *et al.* (2011) concordam que a matriz de transporte brasileira reflete baixa participação do modal ferroviário. A situação que está associada a diversos fatores que dificultam, ou mesmo impedem, a utilização deste modal pelos usuários, dentre elas citam: a indisponibilidade de rotas (65%), a redução na "exequibilidade das operações (58%), a baixa velocidade (50%), os custos (48%) e a indisponibilidade de vagões (34%).

Sendo observados tais aspectos críticos, é possível perceber que grande parte dos fatores que desestimulam o uso das ferrovias poderiam ser reduzidos, ou mesmo eliminados, pela realização dos investimentos adequados em infraestrutura.

Carmo *et al.*, (2012) ponderam que a indisponibilidade de rotas pode estar ligada tanto a estratégias operacionais das concessionárias na definição dos serviços que irá prestar, quanto a questões de infraestrutura como inexistência de terminais de transbordo (rodoferroviário e entre ferrovias com bitolas distintas), inexistência de linha ferroviária na rota ou mesmo falta de capacidade de uma linha existente.

As questões de infraestrutura acima mencionadas poderiam ser minimizadas com a realização de investimentos. Campos Neto *et al.*, (2011) defende que outros pontos críticos estão correlacionados e em geral podem ser melhorados por meio de inversões financeiras. Citam-se por exemplo, o fato da baixa velocidade e a indisponibilidade de vagões provocam o aumento de custos e reduzem a exequibilidade das operações dos usuários.

Nas palavras de Mattioli (2014), alguns dos principais problemas de infraestrutura ferroviária existente que têm comprometido a competitividade deste modal, estes problemas se referem a existência de construções irregulares às margens das ferrovias; ao excesso de passagens em nível na transposição de cidades e a limitada capacidade de escoamento dos portos, inclusive a ausência de retro áreas capazes de atender à demanda vigente.

Nas palavras de Mattioli (2014), lê-se:

Ainda há gargalos físicos e operacionais que limitam o desempenho das ferrovias e precisam ser sanados. As invasões de faixa de domínio ocorridas desde a época da extinta Rede Ferroviária Federal (RFFSA) são um dos piores problemas. Causam prejuízos ao sistema, pois fazem com que os trens reduzam bruscamente a velocidade, de 40 km/h até 5 km/h. As consequências vão desde o desgaste das locomotivas, aumento do consumo de combustível e da poluição até a ocorrência de acidentes e roubo de cargas. Há pelo menos 355 invasões de faixa de domínio no país. Conforme os dados do Prosefer (Programa Nacional de segurança Ferroviária

em Áreas Urbanas), há 1.856 passagens em nível urbanas (cruzamento de ruas com a linha do trem), das quais 279 são consideradas críticas.

As consequências trazidas pela privatização das ferrovias brasileiras tem refletido a atuação da gestão pública focada na regulação das concessionárias. O governo tem fomentado e estimulado a expansão da malha ferroviária, por meio de planos e programas de investimento levando-se em conta a construção e a recuperação de ferrovias.

Lessa (2009) afirma que a matriz de transporte de carga brasileira, voltada ao transporte rodoviário, é pouco eficiente e gera constantes insatisfações. Segundo este autor, o desenvolvimento das forças produtivas e fenômenos como urbanização, metropolização e deslocamento de fronteiras agrícolas, há a tendência ao crescimento do percurso médio por tonelada de mercadoria.

Nas últimas décadas, no Brasil, o volume de TKU cresceu vertiginosamente em relação ao Produto Interno Bruto (PIB). Campos Neto *et al.*, (2011) lembram que no período de 1971 e 1991, o índice TKU saltou de 100 para 448, enquanto o PIB alcançou o índice 288. Em simultâneo, houve o aumento da distância média percorrida por tonelada de mercadoria. No Brasil, entre 1970 e 2004, o deslocamento de cada tonelada de mercadoria evoluiu de 267 km, em média, para 612 km (ANTT, 2016).

Complementando essa linha de pensamento, Lessa (2009) chama atenção para os custos de transporte que indicam que o modal ferroviário e aquaviário são mais eficientes para distâncias maiores e com maior volume de carga. O aumento da distância média transportada que ocorreu no Brasil, em vez de ser acompanhado por uma maior utilização dos modais ferroviário e aquaviário, foi fortemente baseado no modal rodoviário. Com a ausência de infraestrutura adequada de transporte, o proprietário da carga decide escoar sua produção com os meios possíveis, a um custo mais elevado, o que no limite inibe sua própria produção.

Souza (2015) assinala que a questão do transporte de carga no sistema ferroviário do Brasil afeta a logística brasileira, especialmente no que diz respeito a dificuldade de transposição intermodal e a dificuldade de se ampliar a fronteira agrícola com base no modal rodoviário. A primeira, apesar de ser mais conhecida a ineficiência dos portos brasileiros, também está relacionada ao modal ferroviário, tanto na interligação com portos e com o modal rodoviário como na interligação entre ferrovias. Os problemas relacionados às regras de interconexão entre ferrovias somadas à questão das diferentes bitolas em operação no país demonstram a limitação física que provoca a necessidade de transbordo semelhante ao necessário para os modais rodoviário e aquaviário.

Sobre a necessidade de se ampliar a fronteira agrícola usando o modal rodoviário, nota-se a contribuição potencial da ferrovia. A mais recente experiência de expansão da fronteira agrícola ocorreu no norte do Tocantins e sul do Maranhão, em virtude da entrada em operação do primeiro trecho da Ferrovia Norte-Sul. A ampliação desta ferrovia, segundo Coelho (2013) propiciará condições significativas para a expansão das fronteiras agrícolas, potencialmente dobrando o total nacional de áreas plantadas.

2.2 Integração Logística

Fleury *et al.*, (2008) consideram que, em se tratando da logística, esta envolve a competência de vincular as empresas a seus clientes e fornecedores. As atividades atreladas a ela estão inter-relacionadas e se referem ao fluxo de materiais e de informações.

No que diz respeito ao fluxo de materiais, Bowersox e Closs (2016) afirmam que é útil dividir as operações logísticas em três atividades distintas: distribuição física que são as atividades relacionadas ao fornecimento de serviços ao cliente; apoio à manufatura que trata do planejamento, da programação e do apoio às operações de produção; e suprimentos que estão relacionadas com a obtenção de produtos e materiais de fornecedores externos.

No que se refere em entendimento da logística e seu adequado planejamento, Ballou (2008) esclarece que a logística afeta as operações relacionadas com planejamento e controle de produção, movimentação de materiais, embalagem, armazenagem e expedição, distribuição física, transporte e sistemas de comunicação que, realizadas de modo sincronizado, podem fazer com que as empresas agreguem valor aos serviços oferecidos aos clientes e também oportunizando um diferencial competitivo perante a concorrência.

Dias (2009) afirma que o planejamento logístico foca no desenvolvimento de estratégias que possam resolver os problemas de quatro áreas de destaque em empresas de transporte que são: o nível de serviços oferecido aos clientes; localização das instalações de centros de distribuição; decisões de níveis de estoque e decisões de transportes que devem ser utilizados no desenvolvimento de todo o processo.

Novaes (2008) aponta que a logística quando bem planejada, otimiza as atividades da empresa de forma a gerar retorno através de uma melhoria no nível de serviço ou produto a ser oferecido ao cliente e, de outro lado, prover a empresa de condições para competir no mercado, como por exemplo, através da redução dos custos. Ballou (2008) considera que o planejamento logístico se fundamenta no planejamento estratégico da empresa, sendo assim, ambos devem ser coesos de forma que os objetivos determinados sejam alcançados. É preciso assessorar o desenvolvimento do mesmo, sob pena de se ter reveses durante todo o processo.

É importante salientar que o processo, para ter êxito, precisa necessariamente ter o consentimento de toda a direção da empresa e de seus acionistas, de forma que sejam estabelecidos os limites máximos de mudanças aceitos para o posicionamento da empresa no mercado. A esta constituição integrada foi dado o nome de cadeia de abastecimento, que naturalmente se transformou na visão da logística moderna. Nesse aspecto, a logística integrada se relaciona com três importantes conceitos segundo esclarece Abreu (2006, p. 51):

Primeiro, um sistema é uma série de grupos de atividades aparentemente independentes, porém agindo sinergeticamente, possibilitando a conclusão de um

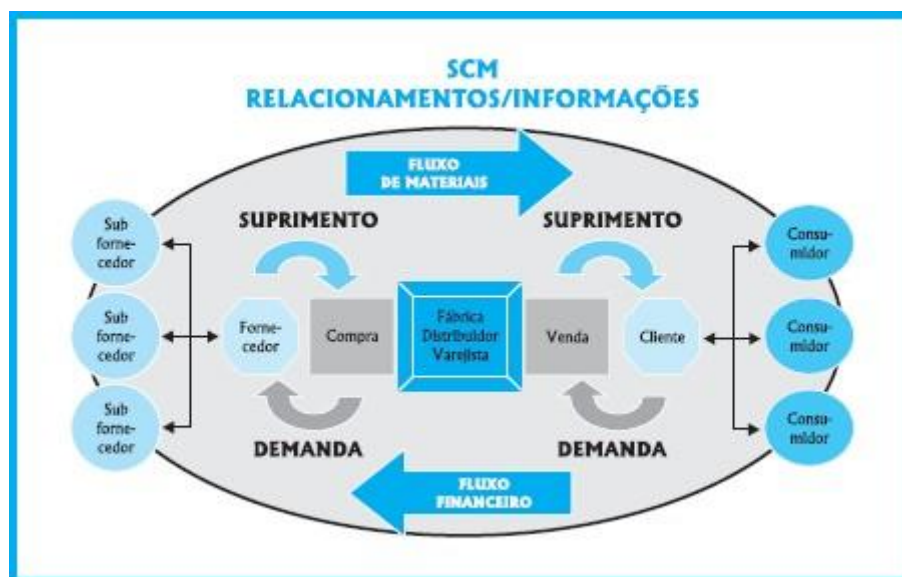
objetivo. Segundo grupos de atividades são áreas específicas de atuação dentro das diferentes empresas envolvidas no sistema, melhor ainda, subsistemas especialistas. Terceiro, interfaces são fronteiras, às vezes tênues, entre grupos de atividades que permitem o fluxo de informações e materiais de forma sincronizada.

O desafio é coordenar o conhecimento específico de tarefas individuais em uma determinada competência integrada concentrada no atendimento ao cliente. Na maior parte das situações, o âmbito desejado dessa coordenação transcende a própria empresa e amplia-se para incluir clientes, assim como fornecedores de materiais e de serviços. “O que faz a logística contemporânea interessante é o desafio de tornar os resultados combinados da integração interna e externa numa das competências centrais da empresa”. (MARTINS; ALT, 2002, p.255).

Segundo os autores acima mencionados é preciso deixar claro que não se deve fazer uma análise isolada dos parâmetros específicos da Armazenagem e do Transporte, sem levar em consideração o processo no qual estão inseridos demais fatores de toda uma cadeia logística que revela uma interdependência entre eles. Faz-se mister ter um entendimento sistêmico da Cadeia Logística, quando da análise de qualquer dos seus elementos. Isso significa dizer que a logística precisa ser compreendida como um processo abrangente que integra o fluxo de materiais e informações.

Quando se fala do *Supply Chain Management*, SCM, que em português significa Gestão da Cadeia de Suprimentos, se consideram as fases que vão desde a fase de projeto e planejamento de um produto, desenvolvimento de fornecedores, recebimento de matérias-primas e componentes, produção, armazenagem, distribuição e transporte, de forma a atender as necessidades do cliente como ilustra a Figura 2:

Figura 2: Cadeia logística e seus elementos



Fonte: Franco, 2011.

O referido ciclo acima mencionado muitas vezes pode representar apenas um dos níveis da cadeia de abastecimento, Supply Chain, melhor abordado adiante. É válido considerar que, se por um lado, é importante a visão sistêmica, por outro é necessário o estudo individual de cada um dos elementos da Cadeia Logística, suas características, inter-relações, custos e a forma como são agrupados, neste artigo, considera-se a armazenagem e o transporte.

2.2.1 Armazenagem

De acordo com Ballou (2008, p. 1), a armazenagem refere-se a “guarda de produtos acabados”. Nesse conceito de armazenagem deve-se conceber a exigência para que a empresa tenha “grande velocidade na operação e flexibilidade para atender às exigências e flutuações do mercado”. A agilidade da empresa nos processos de armazenagem gera também a agilidade nos outros processos.

Segundo Arbache *et al.*, (2014), na essência a principal, a função da armazenagem está em gerenciar espaço e tempo. Como o espaço é sempre limitado, os gestores costumam primar

pela eficiência os espaços disponíveis, porém considerando o fator tempo e mão-de-obra, estes se revelam substancialmente mais difíceis de gerenciar que o espaço.

Banzato *et al.*, (2013) e Moura (2004) revelam que as tendências da armazenagem devem ter foco no cliente, pois cada vez mais as empresas devem estar voltadas para o que o cliente pensar o que quer; consolidar operações, pois o objetivo é diminuir o número de centros de distribuição. As atividades devem se dar através de parcerias, fusões e aquisições; permitir fluxo contínuo de materiais e informações, graças aos sistemas de informação on-line é possível gerenciar os armazéns com informações cada vez mais rápidas e precisas.

Já de acordo com o que considera Ballou (2008), a armazenagem se refere a uma questão básica para o bom desempenho de um sistema logístico, por ser referência do processo de guarda e movimentação de produtos em determinada instalação, o dimensionamento e a estruturação de redes de distribuição que sejam capazes de atender a demanda gerada pelos mercados geograficamente distantes das fontes do produto, atendendo os níveis de serviços desejados e a exigência cada vez maior dos consumidores.

2.2.2 Transporte

O transporte possui uma função de extrema importância no que se refere ao processo logístico de circulação de mercadoria no território, sendo o responsável pelo deslocamento de bens de um ponto a outro da cadeia logística. Entretanto, não é o suficiente deslocar a mercadoria, esta precisa respeitar os prazos de entregas determinado sendo imprescindível que cheguem ao seu ponto final da forma estabelecida pelo consumidor final (BALLOU, 2008).

Segundo expõe Bowersox e Closs (2016) a etapa do transporte responde pelo planejamento da distribuição (Centro de Distribuição Central e Regional, depósito local, atacadista, varejista, revendedor, loja, representante etc.) e com base nos pedidos, define as modalidades (rodoviário, ferroviário, aéreo, marítimo e fluvial) e rotas (com utilização de roteirizadores) de

transporte (próprio ou de terceiros), sendo responsável desde a expedição, a partir da retirada dos estoques, até a entrega ao cliente final (consumidor).

A administração da atividade de transporte em um sistema logístico contempla as decisões sobre o modo ou modos de transporte, com também a rota a ser utilizada, a definição do tipo de veículo que será o responsável pela movimentação da mercadoria. No que diz respeito a utilização, esta precisa da capacidade dos veículos, evitando espaços ociosos no meio de locomoção e o número e a frequência das viagens. O profissional precisa refletir sobre a utilização dos vários modos de transporte, de forma a explorar suas máximas potencialidades a um custo mínimo (CHING, 2018).

Vale destacar que o tempo médio de entrega inclui não só o período em trânsito, nos diversos modais, mas o tempo total entre o embarcador em uma determinada extremidade e o destinatário na outra. Com relação às entregas atrasadas, estas podem prejudicar a organização como um todo quando a finalidade é produzir mais com estoque mínimo.

2.3 Distribuição e transporte de fertilizantes

Pereira (2020) aponta a importância manusear e transportar fertilizante com segurança, minimizando a deterioração da qualidade. O manuseio correto e o transporte do fertilizante devem ser baseados em condições climáticas, no tipo de fertilizante e na forma como é enviado (granel ou sacos).

Segundo Fernandes, Guimarães e Matheus (2009), a cadeia de manuseio expõe os fertilizantes a múltiplas etapas e tensões mecânicas antes de chegar com o usuário final. É crucial que, após a entrega, o fertilizante seja de qualidade satisfatória a ser aplicado prontamente sem afetar sua aplicação ou posteriormente o rendimento da cultura.

Para minimizar a deterioração da qualidade e evitar problemas de segurança no transporte, deve-se prestar atenção tanto às propriedades iniciais do fertilizante quanto aos procedimentos corretos de manuseio do fertilizante (DAMINATO; BENITIZ, 2015).

Na inspeção de segurança e qualidade de embarcações e armazéns, Trage (2019) relata que os navios devem ser inspecionados de acordo com os procedimentos internacionais de qualidade e segurança e de acordo com o padrão uniforme de inspeção internos de cada indústria. O autor aponta que é preciso certificar a não contaminação cruzada durante transbordos ou no armazém e o ângulo dinâmico de repouso (ângulo de deslizamento) do produto pode ser medido pelo método de caixa de inclinação.

Segundo Silva e Lopes (2012), nenhuma instalação elétrica deve entrar em contato direto com o fertilizante e os sinais de fumaça devem ser exibidos e respeitados. O piso do armazém, correias transportadoras e equipamentos devem estar limpos, secos e livres de restos. Ademais, os autores defendem que se deve obedecer a medidas de precaução para a preservação da qualidade a granel de fertilizantes (carregamento de embarcações, barcas e caminhões).

Importante destacar que os fertilizantes consistem em partículas de tamanho variado. Quando em movimento ou vibradas, as partículas menores e maiores tendem a se separar - o fertilizante se segrega. Esse fenômeno pode ocorrer em muitos pontos do sistema de distribuição e especialmente quando o fertilizante é empilhado em grandes pilhas. As partículas menores serão enriquecidas no centro da pilha. É aconselhável acumular montes usando muitos pequenos e garantir uma boa mistura durante a recuperação (DAMINATO; BENITIZ, 2015).

A segregação deve ser minimizada através do manuseio correto, a fim de evitar que uma distribuição de tamanho de partícula em mudança induziria o desvio de propriedades do produto. O planejamento e a coordenação proativa são fundamentais para o transporte

logístico de fertilizantes de origens globais e domésticas de abastecimento para varejistas e agricultores em cada estado (PEREIRA, 2020).

Uma oferta diversificada de produtos é a chave para atender às necessidades do agricultor e isso requer uma gestão significativa de riscos por parte dos varejistas que trabalham com fornecedores e parceiros de distribuição para gerenciar riscos em um grande conjunto de produtos fertilizantes. O negócio de logística depende fortemente de múltiplos modos de transporte e de uma série de etapas de processo, de modo que os agricultores estão prontos para ir para a temporada de plantio. Como o mercado atual continua a exigir um inventário *just-in-time*, é imperativo que os agricultores e varejistas trabalhem com um fornecedor que possa capitalizar acelerando o movimento monumental de fertilizantes através da cadeia de suprimentos envolvida (GURNING et al., 2013).

2.4 Importância dos estudos de viabilidade operacional e econômica

Um estudo de viabilidade avalia os méritos operacionais, técnicos e econômicos do projeto proposto. O estudo de viabilidade pretende ser uma revisão preliminar dos fatos para ver se ele merece prosseguir com a fase de análise. Do ponto de vista dos analistas de sistemas, a análise de viabilidade é a principal ferramenta para recomendar se deve prosseguir para a próxima fase ou descontinuar o projeto (PAPAGEORGIU et al., 2014).

O estudo de viabilidade é uma atividade orientada à gestão e o seu objetivo é descobrir se um projeto de sistema pode ser feito e sugerir possíveis soluções alternativas. Os projetos são iniciados por duas razões gerais:

- i. Problemas que se prestam a soluções de sistemas
- ii. Oportunidades para melhorar através de: (a) sistemas de atualização (b) sistemas de alteração (c) instalando novos sistemas Um estudo de viabilidade deve fornecer à gerência informações suficientes para decidir:

- Se o projeto pode ser feito
- Se o produto final beneficiará seus usuários e organização pretendidos
- Quais são as alternativas entre as quais uma solução será escolhida
- Existe uma alternativa de preferência (SILVA; LOPES, 2012).

Segundo Pereira (2017), grande parte da determinação dos recursos tem a ver com a avaliação da viabilidade técnica. Considera os requisitos técnicos do projeto proposto. Os requisitos técnicos são então comparados com a capacidade técnica da organização. O projeto do sistema é considerado tecnicamente viável se a capacidade técnica interna for suficiente para suportar os requisitos do projeto.

Ribeiro (2019) assinala que o analista deve descobrir se os recursos técnicos atuais podem ser atualizados ou adicionados de forma a atender ao pedido em análise. É aí que a expertise dos analistas de sistemas é benéfica, pois usando sua própria experiência e seu contato com os fornecedores eles poderão responder à questão da viabilidade técnica.

A viabilidade operacional depende dos recursos humanos disponíveis para o projeto e envolve projetar se o sistema será utilizado se for desenvolvido e implementado. Trata-se de uma medida de quão bem um sistema proposto resolve os problemas, e aproveita as oportunidades identificadas durante a definição do escopo e como satisfaz os requisitos identificados na fase de análise de requisitos do desenvolvimento do sistema DAMINATO; BENITIZ, 2015).

A viabilidade operacional analisa a disposição da organização em apoiar o sistema proposto e esta é provavelmente a mais difícil das viabilidades para medir. Para determinar essa viabilidade, é importante entender o compromisso da gestão com o projeto proposto. Se a solicitação foi iniciada pela administração, é provável que haja suporte de gestão e o sistema seja aceito e utilizado. No entanto, também é importante que a base de funcionários aceite a mudança (TRAGE, 2019).

De acordo com Teixeira (2010), a análise econômica também poderia ser referida como análise de custo/benefício. É o método mais utilizado para avaliar a eficácia de um novo sistema. Na análise econômica, o procedimento é determinar os benefícios e economias que são esperados de um sistema de candidatos e compará-los com os custos. Se os benefícios superam os custos, então a decisão é de projetar e implementar o sistema. Um empreendedor deve pesar com precisão o custo versus benefícios antes de tomar uma ação.

O negócio em causa deve ser capaz de ver o valor do investimento que está ponderando antes de se comprometer com um estudo completo do sistema. Se os custos de curto prazo não forem ofuscados por ganhos de longo prazo ou não produzirem redução imediata dos custos operacionais, então o sistema não é economicamente viável, e o projeto não deve prosseguir mais. Se os benefícios esperados forem iguais ou excederem os custos, o sistema pode ser julgado economicamente viável. A análise econômica é utilizada para avaliar a eficácia do sistema proposto (SILVA; LOPES, 2012).

A viabilidade econômica revisará os custos esperados para ver se estão em consonância com o orçamento projetado ou se o projeto tem um retorno aceitável sobre o investimento. Neste ponto, os custos projetados serão apenas uma estimativa aproximada. Os custos exatos não são necessários para determinar a viabilidade econômica. Só é necessário determinar se é viável que os custos do projeto fiquem dentro do orçamento-alvo ou retornem ao investimento. Uma estimativa aproximada do cronograma do projeto é necessária para determinar se seria viável concluir o projeto de sistemas dentro de um prazo necessário. O prazo necessário precisaria ser definido pela organização (PAPAGEORGIU et al., 2014).

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 Método de pesquisa

A pesquisa realizada nesse estudo pode ser classificada como exploratória, que, de acordo com o que ensina Gil (2019) estudos dessa linha têm como principal característica a informalidade, a flexibilidade e criatividade, e neles procura-se obter um primeiro contato com a situação a ser pesquisada ou um melhor conhecimento sobre o objeto em estudo levantado, como é o caso desta pesquisa que busca detalhar os principais aspectos a serem observados na integração de um terminal de fertilizantes no complexo ferroviário Rumo em Rondonópolis/MT com uma indústria misturadora de fertilizantes.

O referido autor ainda reforça que os estudos exploratórios são realizados a partir de dados secundários, tal como o proposto nessa pesquisa, em que foram utilizadas as conversas informais com pessoas especializadas no assunto de interesse e estudo de casos selecionados, em que incluem também pesquisas já realizadas (GIL, 2009).

Considerando o que afirma Cervo e Bervian (2012, p. 69), tem-se:

A pesquisa exploratória realiza descrições precisas da situação e quer descobrir as relações existentes entre os elementos componentes dela. Essa pesquisa requer um planejamento bastante flexível para possibilitar a consideração dos mais diversos aspectos de um problema ou de uma situação.

A pesquisa exploratória foi escolhida em função da possibilidade de promover ao pesquisador um maior conhecimento sobre as etapas que envolvem os momentos antes; durante e depois da integração de um terminal de fertilizantes no complexo ferroviário Rumo em Rondonópolis/MT com uma indústria de fertilizantes. Tal método de pesquisa contribui no desenvolvimento e criação de questões de pesquisas relevantes para o objetivo pretendido, a familiarizar e elevar o conhecimento e a compreensão de um problema de pesquisa, no delineamento do projeto final da pesquisa e a estabelecer prioridades para futuras pesquisas.

3.2 Método de Abordagem

Baseando-se novamente nas considerações de Cervo e Bervian (2012, p.34) pode-se extrair:

A dedução é a argumentação que torna explícitas verdades particulares contidas em verdades universais. O ponto de partida é o antecedente, que afirma uma verdade universal, e o ponto de chegada é o conseqüente, que afirma uma verdade menos geral ou particular contida implicitamente no primeiro. A técnica desta argumentação consiste em construir estruturas lógicas, por meio do relacionamento entre antecedente e conseqüentes, entre hipótese e tese, entre premissas e conclusão.

Assim, pode-se dizer que o método de abordagem escolhido foi o dedutivo, pois buscou-se explicar o conteúdo do estudo inicial acerca da adequada integração de um terminal de fertilizantes no complexo ferroviário Rumo em Rondonópolis/MT com uma indústria misturadora de fertilizantes considerando o embasamento teórico e o relato de experiência profissional contidas na literatura técnica.

Além disso, no método dedutivo, os argumentos estão certos ou errados, as premissas sustentam de modo completo a conclusão, não havendo graduações intermediárias. “Os argumentos dedutivos sacrificam a ampliação do conteúdo para atingir a certeza”. (LAKATOS; MARCONI, 2015, p.59).

Pode-se dizer que a pesquisa teve uma abordagem quali e quanti, ou seja, buscou-se reconhecer a transformação do conceito, de como eram concebidos os cuidados necessários para integração de um terminal de fertilizantes no complexo ferroviário Rumo em Rondonópolis/MT com uma indústria misturadora de fertilizantes.

Para analisar a viabilidade operacional e econômico-financeira podem ser utilizados diferentes tipos de indicadores em função das características do projeto. Neste projeto, serão analisados a taxa comercial, o tempo de ciclo rodoviário, o valor presente líquido, a taxa interna de retorno e o payback.

3.3 Método de procedimento

De acordo com o que dizem Lakatos e Marconi (2015, p. 106) os métodos de procedimento se referem às etapas mais concretas da investigação, com finalidade mais restrita em termos de explicação geral dos fenômenos e menos abstratas. Trata-se das técnicas que, pelo uso amplo, podem também ser entendido como métodos. Parte dos preceitos de uma atitude concreta em relação ao fenômeno e estão limitados a um domínio particular.

O estudo científico consiste no estudo de qualquer caso em profundidade, sendo considerado representativo de outros casos e casos semelhantes, com o objetivo de obter generalizações”. Lakatos; Marconi (2015, p. 106). O referido estudo foi escolhido porque pode, em vez de se concentrar em um aspecto, analisar a integração de um terminal de fertilizantes no complexo ferroviário Rumo em Rondonópolis/MT com uma indústria misturadora de fertilizantes, trazendo a descrição das suas ferramentas de maior importância nos moldes organizacionais.

Para melhor fundamentar o estudo aqui proposto, realizou-se uma revisão bibliográfica de maneira a permitir uma reflexão sobre os pressupostos teóricos e a experiência prática da integração de um terminal de fertilizantes no complexo ferroviário para melhorar a compreensão e formulação de hipóteses relevantes para a pesquisa.

3.4 Técnicas de pesquisa

Para Lakatos; Marconi (2015, p. 174) trata-se de “um conjunto de preceitos ou processos (...); é a habilidade para usar esses preceitos ou normas, a parte prática. Toda ciência utiliza inúmeras técnicas na obtenção de seus propósitos”. A técnica de pesquisa utilizada foi a pesquisa bibliográfica.

Na revisão bibliográfica foram utilizados os seguintes termos chaves para a pesquisa: “Cadeia Logística”; “Integração”; “Ferroviário”; “Fertilizantes “considerando publicações a partir de

2010. A metodologia de pesquisa adotada no presente projeto foi definida após leitura de outras pesquisas com objetivo semelhante ao do presente projeto, que é determinar a viabilidade operacional e econômica com base em projeções futuras. Caracteriza-se, assim, como pesquisa descritiva.

3.4.1 Viabilidade Operacional

Nesta etapa da análise de viabilidade serão avaliados o fluxo atual do produto que utiliza o modal rodoviário e o novo processo proposto de interligação do terminal com a misturadora, por meio de correia transportadora, e, em seguida, calculados e comparados a taxa comercial, em toneladas por hora em um período de um mês, assim como o ciclo de ambos os processos logísticos. Tendo em vista que a logística de entrada do produto pelo porto de Santos-SP e o transporte pelo modal ferroviário até o município de Rondonópolis-MT permanecerão os mesmos, desconsideraremos esta parte da logística multimodal.

Taxa Comercial, é o KPI que visa identificar ao longo de um período, dia, mês, ou ano, a quantidade de produto que foi transportada, em tonelada por hora. Através dessa taxa é possível quantificar o processo produtivo, ou seja, a velocidade em que a operação ocorre. A expressão é dada da seguinte maneira:

$$\text{Taxa Comercial} = \frac{\sum \text{Volume transportado}}{\text{Horas comerciais}}$$

Tempo de ciclo é o tempo necessário para a execução de uma peça, ou serviço, ou seja, o período total que é gasto desde o início da sua produção até que o produto esteja acabado, incluindo o tempo de espera por matéria prima e eventuais pausas na produção.

Para este projeto o tempo de ciclo considerado será a partir da chegada do fertilizante ao terminal de Rondonópolis até o processamento na misturadora, ou seja, iremos comparar o

tempo do processo atual, que é fazendo uma ponta rodoviária até a unidade misturadora dos clientes (Figura 3) versus o tempo do processo através de uma unidade misturadora dentro do complexo logístico do terminal, eliminando a parte rodoviária conforme Figura 4.

O TC é o tempo de ciclo; Volume transportado é o somatório do volume transportado, em toneladas; \sum Horas de viagem (Origem/Origem) é o somatório das horas que cada caminhão levou para carregar transportar o produto e retornar para carregar novamente e é dado pela seguinte expressão:

$$TC = \frac{\sum \text{Horas de viagem (Origem/Origem)}}{\text{Volume transportado}}$$

Figura 3 - Fluxo logístico para cálculo de tempo de ciclo atual



Fonte: Martel e Vieira, 2018.

Figura 4 - Fluxo logístico proposto com a misturadora integrada ao terminal para



Fonte: Martel e Vieira, 2018.

3.4.2 Cálculo de tempo de ciclo

A análise será feita a partir da chegada da composição no terminal, onde o descarregamento ocorre através de uma moega ferroviária, seguindo pelo transportador de correia até seu armazenamento, posteriormente é feito o carregamento dos caminhões que percorrem 30 km para transportar o produto até a misturadora, onde finaliza nosso objeto de estudo. Com a integração da misturadora ao terminal através de 300 metros de transportador de correia, o modal rodoviário tornara-se desnecessário diminuindo as perdas ocasionadas por este processo.

3.4.4 Viabilidade financeira

A análise da viabilidade financeira parte da construção dos fluxos de caixa que, uma vez conhecidos, possibilitaram o cálculo dos indicadores de rentabilidade. Os fluxos de caixa reúnem os valores monetários usados para representar as saídas e entradas de produtos e recursos ao longo de um período.

Segundo Noronha (1987) são formados por fluxos de entrada e fluxos de saída de recursos financeiros, cujo diferencial é denominado fluxo líquido.

Todos os valores monetários necessário para a análise econômico-financeira serão obtidos na empresa localizada em Rondonópolis-MT, refletindo o real potencial do projeto. Para a avaliação de viabilidade serão utilizados indicadores financeiros como o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), que têm como diferencial o fato de considerarem o efeito da dimensão tempo nos valores investidos.

O VPL consiste em transferir para o instante atual todas as variações de caixa esperadas, descontá-las a uma determinada taxa de juros, e somá-las algebricamente expressos da seguinte maneira:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+K)^t}$$

VPL é o valor presente líquido; I é o investimento de capital na data zero; FC_t representa o retorno na data t do fluxo de caixa, que nesse projeto é formado pelos incrementos de receita e custo ao longo do período; n é o prazo de análise do projeto, nesse caso consideraremos 15 anos, que é o prazo de financiamento junto ao BNDES; e, K é a taxa mínima para realizar o investimento, nesse caso consideraremos a SELIC, taxa básica de juros, de 9,25%.

A TIR de um projeto corresponde à taxa de juros que torna nulo o VPL do fluxo de caixa do investimento. É aquela que torna o valor presente dos lucros futuros equivalentes aos dos gastos realizados com o projeto, caracterizando, assim, a taxa de remuneração do capital investido. Esse indicador utiliza o fluxo de caixa de um empreendimento para entender se este é um investimento que trará lucros ou não. Para avaliar se o investimento é viável ela deve ser comparada com a TMA (K, taxa média de atratividade).

Segundo Lemes Júnior, Rigo e Cherobim (2002), o *payback* descontado é um comum método de análise, capaz de evidenciar o tempo necessário para recuperar o investimento inicial. Este método, de acordo com os autores citados, considera o valor do dinheiro no tempo, pois, utiliza uma taxa de desconto para verificar o número exato de períodos, em que o projeto recupera o valor inicial investido.

Normalmente, essa taxa de desconto usada é a taxa mínima de atratividade, à qual é determinada pelo próprio investidor como parâmetro para remuneração de seu capital. Para que o projeto seja considerado viável, o *payback* deste projeto deverá ser de até 10 anos.

4 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE INFORMAÇÃO

4.1 Análise do Setor de Fertilizantes no Brasil

Para melhor entendimento do presente projeto aplicativo se faz importante uma explicação do que são os fertilizantes. Fertilizantes são compostos químicos necessários para o desenvolvimento da planta, sendo utilizados na agricultura convencional para aumentar a quantidade de nutrientes do solo, possibilitando um ganho de produtividade.

Para Quevedo (2016), dentre as substâncias químicas para um crescimento saudável da planta, podemos citar o hidrogênio, carbono, nitrogênio, fósforo, ferro, potássio, entre outros que muitas vezes apresentam em quantidade insuficientes no ambiente de cultivo. Sendo assim, os fertilizantes podem ser aplicados diretamente no solo, através de irrigação ou pulverizado, sobre a superfície das plantas.

São caracterizados em dois grandes grupos, os fertilizantes orgânicos e os inorgânicos:

- Orgânicos: são basicamente compostos por resíduos da natureza, sejam de animais ou vegetais. Possuem ação mais lenta na nutrição da planta, pois dependem de uma decomposição da matéria orgânica, caracterizado por um processo mais lento. Ex.: esterco animal.
- Inorgânicos: são provenientes de origem mineral, processados em indústrias químicas para, em seguida, serem aplicados no solo. Ex.: fertilizantes nitrogenados, fosfatados, potássicos, mistos etc.

Conceituando os fertilizantes primários, que são as matérias-primas para a formulação de adubos, pode-se agrupá-los segundo a presença dos macronutrientes em nitrogenados, fosfatados e potássicos (TEIXEIRA, 2010).

O grupo dos nitrogenados é composto por:

- Salitre potássico;

- Sulfato de amônio;
- Ureia
- Nitrato de amônio;
- Nitrato de cálcio;
- Sulfonitrato de amônio;
- Nitrato de potássio;
- MAP (Fosfato monoamônico);
- DAP (Fosfato diamônico).

O grupo de fosfatados é composto por:

- Superfosfato simples;
- Superfosfato triplo;
- Fosfato Natural;
- MAP (Fosfato monoamônico);
- DAP (Fosfato diamônico).

O grupo dos potássicos é composto por:

- Cloreto de potássio;
- Sulfato de potássio;
- Salitre de potássio
- Nitrato de Potássio

Importante registrar que o consumo dessas matérias-primas ocorre nas unidades misturadoras, que usualmente estão localizadas em um eixo de transporte que as conecta a um porto, devido à grande dependência de matéria-prima importada.

4.2 O mercado da agricultura brasileira

A cada ano que passa o Brasil vem se consolidando como um dos grandes países do mundo na produção de grãos agrícolas. Em 2021, segundo fontes da Embrapa, o Brasil se colocou como o 4º maior produtor mundial e o 2º maior exportador global, sendo responsável por 19% do mercado mundial. Nos últimos anos, o país tem se tornado *benchmarking* em tecnologia e melhoramentos na produção, ainda beneficiado pela larga extensão territorial e um clima favorável para a produção (EMBRAPA, 2021).

Segundo Pereira (2020), este crescimento da produção e escoamento das commodities traz inúmeros desafios para este mercado, dentre eles os melhoramentos de insumos e tecnologias na produção e um antigo gargalo nacional que é a logística de grandes volumes entre os polos produtores, os centros de consumo e os portos utilizados na exportação dos produtos e importação dos insumos necessários no processo produtivo. Para tanto, se faz necessário o avanço em soluções logísticas e tecnológicas para garantir o melhor abastecimento e escoamento deste mercado.

No Brasil, os principais grãos produzidos são a soja, com o Brasil ocupando hoje o primeiro lugar em produção e exportação deste grão, e o milho, com nosso país ocupando o terceiro lugar no mundo em produção e exportação.

Utilizando como exemplo estas duas importantes *commodities*, o IPEA, analisando as projeções das atividades econômicas por UF, no 5º relatório de 2017, apresenta a expectativa de crescimento da produção como mostram as Tabelas 1 e 2, os Gráficos 1 e 2, respectivamente:

Tabela 1 - Série Histórica – Soja (1990 – 2012)

Soja (em grão)

Produção em toneladas, taxa de crescimento da série temporal e cenários pessimista, médio e otimista estimados para a soja (em grão) – UFs e Brasil (1990 e 2012)

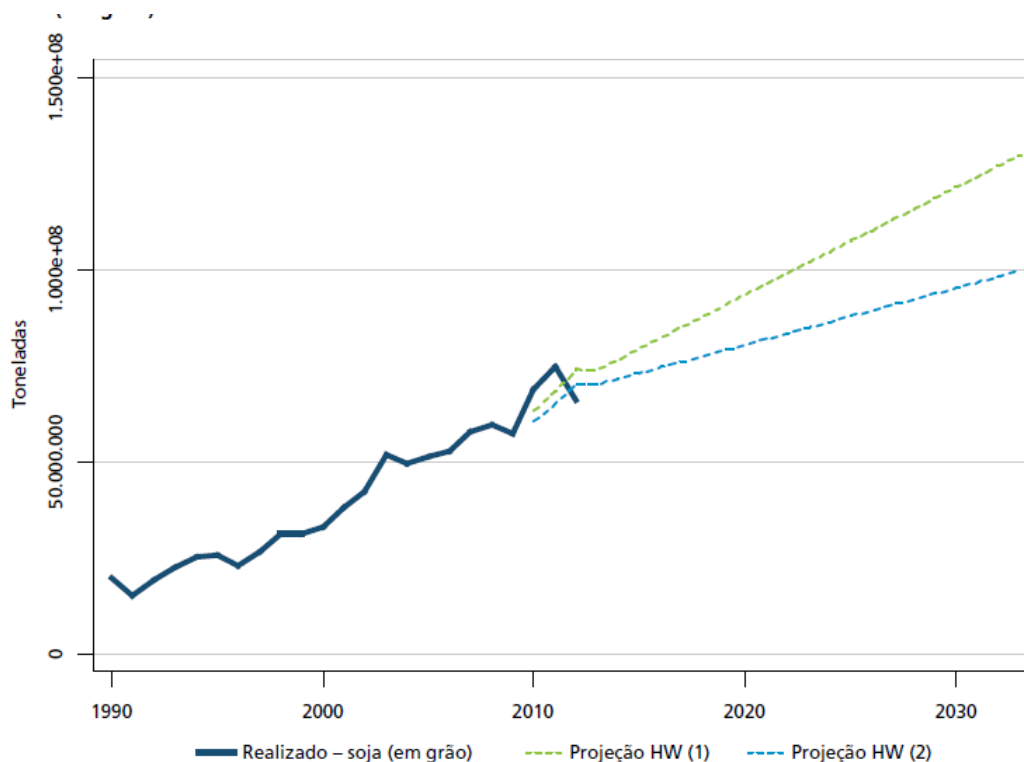
UF	Soja (em grão)				
	Produção (t)		Cenários estimados (% a.a)		
	1990	2012	Pessimista	Médio	Otimista
MG	748.794	3.073.499	0,8	2,2	2,4
MS	2.038.614	4.594.359	0,6	1,6	2,6
MT	3.064.715	21.841.292	1,0	2,5	2,8
Brasil	19.897.804	65.848.857	0,60	1,75	2,78

Fonte: Série histórica do IBGE (Produção Agrícola Municipal).

Obs.: Embora não constem valores descritos para 1990 e 2012, continham observações suficientes para a estimação do modelo na janela temporal entre 1990 e 2012. De acordo com as normas de apresentação tabular do IBGE, dados numéricos iguais a zero não resultantes de arredondamento recebem a representação (-).

Fonte: IBGE, 2013.

Gráfico 1 – Série Histórica -Soja (1990 – 2012) e projeções de cenários médio e otimista (2013-2035) para soja em grão – Brasil



Fonte: IBGE, 2013.

Tabela 2: Série Histórica – Milho (1990 – 2012)

Milho (em grão)

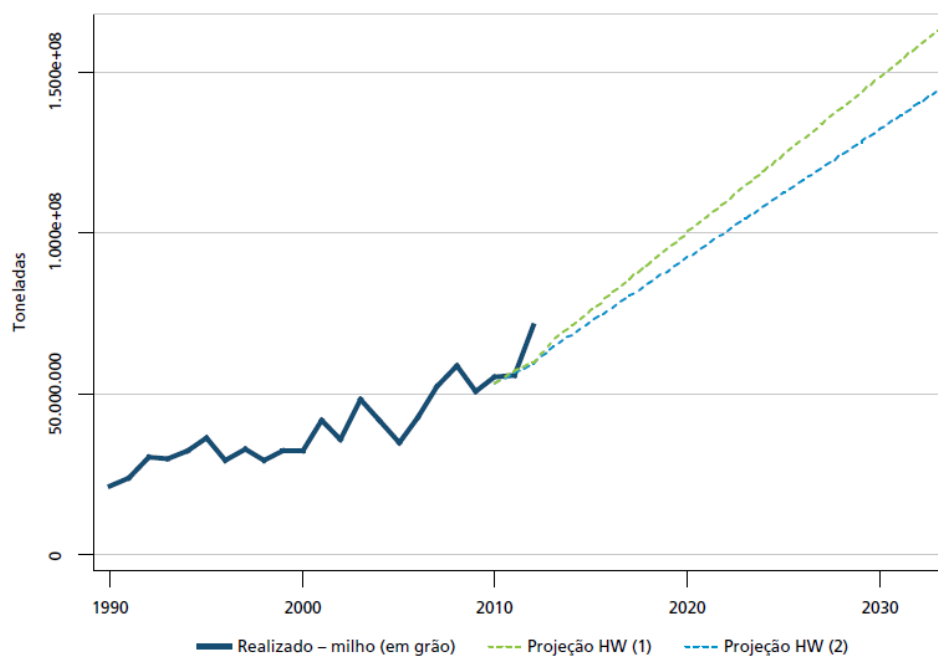
Produção em toneladas, taxa de crescimento da série temporal e cenários pessimista, médio otimista estimados para o milho (em grão) – UFs e Brasil (1990 e 2012)

Milho (em grão)					
UF	Produção (t)		Cenários estimados (% a.a)		
	1990	2012	Pessimista	Médio	Otimista
MG	2.272.804	7.625.142	1,2	2,1	3,6
MS	595.718	6.477.070	2,6	2,9	5,8
MT	618.973	15.646.716	2,3	2,5	5,3
Brasil	21.347.774	71.072.810	1,62	3,93	4,37

Fonte: Série histórica do IBGE (Produção Agrícola Municipal).

Fonte: IBGE, 2013.

Gráfico 2 – Série Histórica -Soja (1990 – 2012) e projeções de cenários médio e otimista (2013-2035) para milho em grão – Brasil



Fonte: Série histórica do IBGE (Produção Agrícola Municipal) e projeções HW obtidas neste estudo.

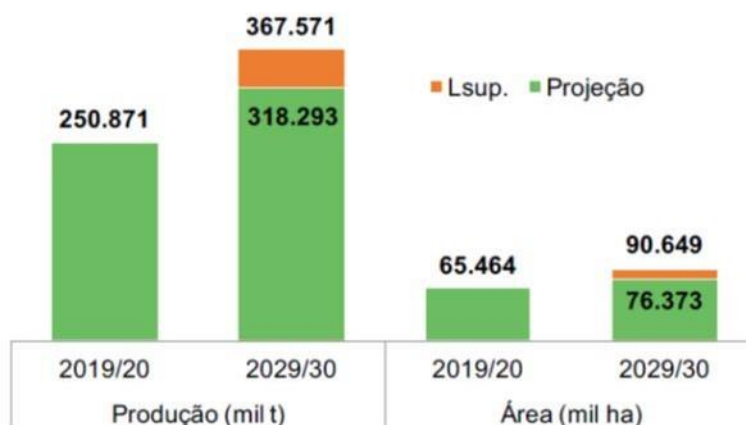
Fonte: IBGE, 2013.

Ao analisar o cenário atual, com intuito de validar a projeção do IPEA para a produção, a CONAB, em seu relatório de acompanhamento da safra brasileira - SAFRA 2020/2: 11º Levantamento, apresenta dados importantes sobre a produção brasileira. No caso do milho, apesar de problemas climáticos e da pandemia do COVID-19, que impactaram a safra atual com redução de 15,5% em relação à safra 2019/20, chegamos a produção de 86.650,1 mil toneladas, com uma taxa de crescimento médio desde 2012 de aproximadamente 2,51% ao ano, confirmando o crescimento próximo ao cenário médio.

No caso da soja, mesmo com problemas climáticos e da pandemia do COVID-19, a safra 2020/21 conseguiu superar a produção da anterior em 8,9%, atingindo a marca de 135.978,3 mil toneladas, com taxa de crescimento médio desde 2012 de 9,49% ao ano, superando a projeção nacional otimista de 2,78%.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em sua 11ª edição do ano de 2020 do relatório de Projeções do Agronegócio, também relata a expectativa de crescimento deste mercado até a safra 2029/30, e traz números que suportam mais uma vez a grande necessidade de investimentos e soluções para esse mercado a longo prazo. Neste estudo, o MAPA faz projeções para os 16 produtos pesquisados mensalmente pela CONAB para seu levantamento de safra. O MAPA então informa, conforme Gráfico 3, o cenário previsto para produção e área plantada de grãos agrícolas.

Gráfico 3 – Previsão de produção e área plantada para safra de 2029/30

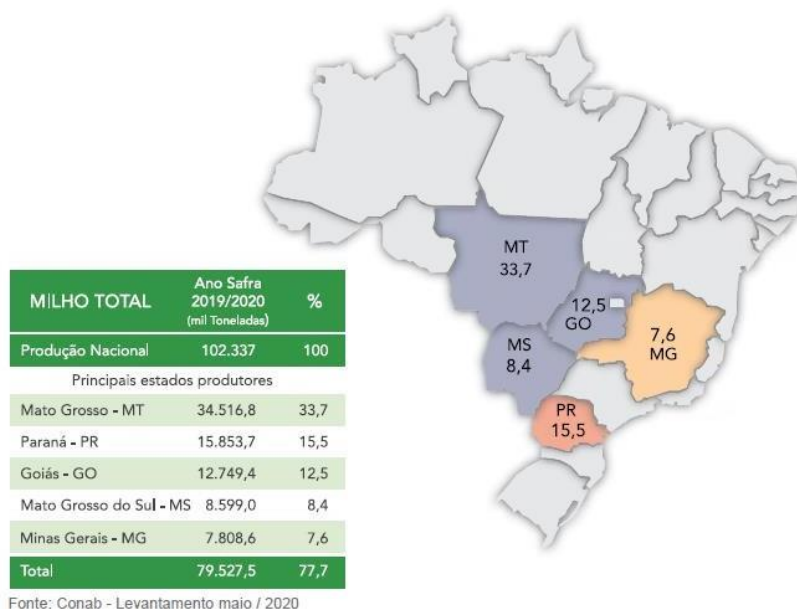


Fonte: MAPA, 2020.

Segundo o MAPA, a produtividade continuará sendo o fator preponderante para o crescimento da produção, já que esta tende a crescer 26,9% e a área plantada em 16,7%, sendo ainda mais necessário o investimento em tecnologias de plantio, melhoramento de solo e tecnologia em colheitas, com índices menores de desperdício.

Retomando a análise dos dois principais grãos agrícolas plantados no Brasil em volume, no caso do milho, ainda com base na 11ª edição do relatório de projeções do agronegócio do MAPA, a produção é geograficamente concentrada na safra 2019/20, conforme Figura 5.

Figura 5 - Distribuição por UF safra de milho 2019/2020



Fonte: MAPA, 2020.

As projeções de crescimento deste mercado até a safra 2029/30, conforme evidenciado em Tabela 3, preveem um crescimento da produção de milho de 21,2%:

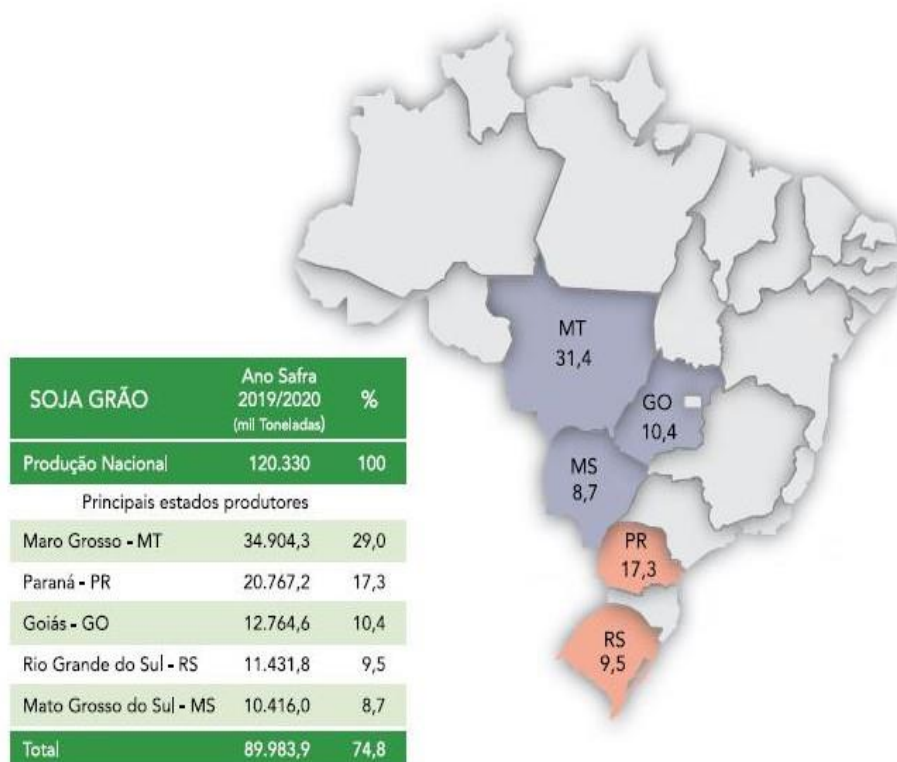
Tabela 3 - Estimativa do crescimento da produção de milho

	Produção		Consumo		Exportação	
	Projeção	Lsup.	Projeção	Lsup.	Projeção	Lsup.
2019/20	102.337	-	68.523	-	34.500	-
2020/21	100.841	118.257	71.179	73.060	32.944	48.503
2021/22	103.412	122.101	73.135	76.660	34.231	50.287
2022/23	105.984	125.864	75.056	80.213	35.518	52.055
2023/24	108.556	129.560	76.666	83.332	36.805	53.809
2024/25	111.128	133.198	78.275	86.347	38.093	55.552
2025/26	113.699	136.788	79.745	89.107	39.380	57.282
2026/27	116.271	140.334	81.221	91.779	40.667	59.002
2027/28	118.843	143.842	82.635	94.299	41.954	60.712
2028/29	121.415	147.317	84.054	96.751	43.241	62.412
2029/30	123.986	150.761	85.446	99.109	44.529	64.104

Fonte: MAPA, 2020.

Analisando o caso da soja, ainda com base na 11ª edição do relatório de projeções do agronegócio do MAPA, verifica-se que a produção também é espacialmente concentrada conforme Tabela 4 e Figura 6 mostrados. Partindo da safra 2019/20, a projeção de crescimento até a safra de 2029/30 é de 30,1%.

Figura 6 - Distribuição por UF da safra de soja 2019/2020



Fonte: MAPA, 2020.

Tabela 4 - Estimativa do crescimento da produção de soja

	Produção		Consumo		Exportação	
	Projeção	Lsup.	Projeção	Lsup.	Projeção	Lsup.
2019/20	120.330	-	44.250	-	84.000	-
2020/21	123.367	134.382	45.242	49.268	78.813	88.610
2021/22	127.259	140.788	46.447	51.133	81.545	95.401
2022/23	130.835	147.307	47.235	52.086	84.278	101.248
2023/24	134.531	153.320	48.096	53.529	87.011	106.606
2024/25	138.183	159.131	49.114	55.085	89.744	111.652
2025/26	141.851	164.739	50.036	56.311	92.477	116.475
2026/27	145.514	170.201	50.926	57.556	95.210	121.131
2027/28	149.179	175.541	51.873	58.889	97.943	125.654
2028/29	152.843	180.782	52.810	60.146	100.676	130.068
2029/30	156.507	185.939	53.727	61.367	103.409	134.391

Fonte: MAPA, 2020.

Em suma, as projeções da 11ª edição do relatório do agronegócio do MAPA indicam que os estados do Mato Grosso, Tocantins e Mato Grosso do Sul deverão liderar a expansão na produção de milho na próxima década. Em específico, o Mato Grosso deve passar de 34,5 milhões de toneladas na safra 2019/20 para 46,6 milhões de toneladas em 2029/30.

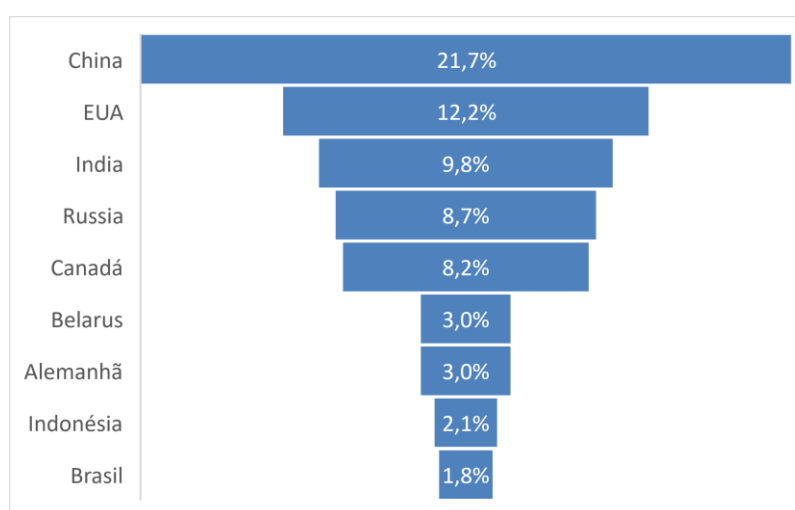
4.3 O mercado brasileiro de fertilizantes

Tendo em vista a grande importância da agricultura brasileira no cenário mundial, não seria possível alcançar números tão expressivos sem um aprimoramento nas técnicas de plantio. Uma a ser destacada é o aprimoramento na utilização dos fertilizantes.

Porém é preciso destacar a posição nacional no mercado mundial de fertilizantes. O Brasil atualmente importa cerca de 75% de sua demanda de fertilizantes, uma vez que dentre os aplicados na lavoura, os mais expressivos são os inorgânicos, ou seja, são provenientes de minerações ricas em potássicos, ou grandes produtores de nitrogenados, os quais não são encontrados na matriz nacional de produção. Exemplo dessa dependência nacional de importação de fertilizantes ficou demonstrada no relatório da Embrapa de 2020, o qual informa que 96,5% dos potássicos utilizados na agricultura brasileira foram importados.

A demanda de fertilizantes no Brasil deverá crescer 4% ao ano, o dobro da taxa mundial, sendo atualmente o quarto maior consumidor do mundo e apenas o 10º maior produtor, segundo relatório da Internacional Fertilizer Association – FIA. Sendo o Brasil responsável por apenas 1,8% da produção mundial de fertilizante, tornou-se o maior importador de fertilizantes do mundo como visto no Gráfico 4 e Tabela 5:

Gráfico 4 – Percentagem de participação no mercado de produção de fertilizantes por país



Fonte: Internacional Fertilizer Association – FIA, 2020.

Tabela 5 – Consumo de NPK (Kt)

País	1995	2005	2010	2015	2017	Share %
Consumo NPK						
Mundial	129.833	153.356	169.321	187.527	192.715	100
China	35.055	43.776	46.543	53.296	46.483	24
Índia	13.874	20.363	28.121	26.751	26.591	14
EUA	20.009	19.273	19.792	21.251	23.176	12
Brasil	4.515	8.719	10.133	13.094	15.354	8
Indonésia	2.529	3.709	4.794	5.736	6.885	4
Outros	53.851	57.516	59.938	67.399	74.226	38

Fonte: ANDA – Associação Nacional de difusão de Adubos, 2020.

De fato, o Brasil ocupa posição de destaque no cenário global da indústria do fertilizante. Este foi, em 2019 e 2020, o segundo principal produto importado pelo Brasil. Conforme dados extraídos do ComexStat (portal do MDIC – Governo Federal), a Rússia, o Marrocos e o Canadá são os principais países exportadores para o Brasil conforme Tabela 6:

Tabela 6 – Principais exportadores para o Brasil 2019/2020

Países Exportadores	Soma de Valor FOB (US\$)	Soma de Quilograma Líquido
Rússia	\$ 1.786.323.510,00	7.583.121.535,00
Marrocos	\$ 896.269.751,00	3.025.752.669,00
Canadá	\$ 855.876.897,00	3.729.220.986,00
China	\$ 595.007.498,00	3.292.917.287,00
Belarus	\$ 534.621.045,00	2.449.167.652,00
Estados Unidos	\$ 531.229.805,00	2.020.434.259,00
Catar	\$ 449.740.033,00	1.868.269.884,00

Fonte: Comexstat, 2020.

Segundo dados da IFA (Associação Internacional de Fertilizantes) e o ComexStat, os produtos mais importados pelo Brasil no setor de fertilizantes, em 2020, são, por categoria de acordo com a Tabela 7:

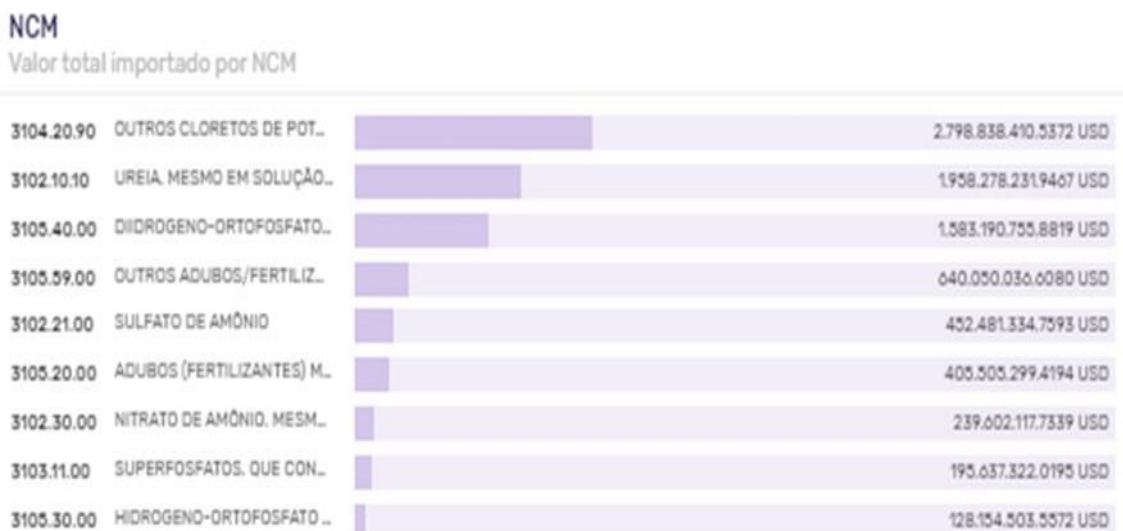
Tabela 7 – Principais produtos importados pelo Brasil em 2020 no setor de fertilizantes

NCM (4 Dígitos)	Soma de 2020 – Valor FOB (US\$)	Soma de 2020 – Quilograma Líquido
3104 (potássicos)	\$ 2.617.638.577,00	11.510.426.845,00
3105 (nitrogênio, fosforo e potássio)	\$ 2.586.639.430,00	8.688.899.331,00
3102 (uréia)	\$ 2.502.496.854,00	12.235.124.281,00
3103	\$ 306.737.079,00	1.804.892.375,00
3101	\$ 14.204.000,00	8.431.623,00

Fonte: Comexstat, 2020.

O Gráfico 5 pode ser visto as NCMs (Nomenclatura Comum do Mercosul, código obrigatório para toda e qualquer mercadoria que circula no Brasil deve ter) mais importadas foram:

Gráfico 5 – Importação de fertilizantes por NCM em 2020



Fonte: Logcomex, 2020.

Entre os maiores importadores encontram-se as empresas Yara Brasil, Mosaic, Fertilizantes Tocantins e Fertipar. Mas, além dos citados, existem outras 353 empresas que também importaram adubos e fertilizantes em 2020.

No ano de 2020, em valor FOB e quantidade, os estados que mais importaram adubos e fertilizantes foram, em ordem decrescente, Mato Grosso, Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo como se vê na Tabela 8.

Tabela 8 – Rank dos estados que mais importaram fertilizantes em 2020

UFs Brasil	Soma de 2020 – Valor FOB (US\$)	Soma de 2020 – Quilograma Líquido
Mato Grosso	\$ 1.420.349.443,00	6.131.959.767,00
Rio Grande do Sul	\$ 1.348.911.563,00	5.758.265.149,00
Paraná	\$ 1.166.699.305,00	4.944.997.076,00
São Paulo	\$ 830.813.419,00	3.307.746.856,00

Fonte: Comexstat, 2020.

4.4 Panorama tributário brasileiro para a indústria de fertilizantes

Sobre a tributação das importações de fertilizantes, os impostos federais incorridos dependem da NCM empregada, uma vez que é variada a gama de insumos que podem ser classificados como fertilizantes.

Já no que diz respeito ao ICMS, na contramão das práticas adotadas pelos principais países consumidores, o Brasil isenta o pagamento de ICMS para os produtos importados, não garantindo assim isonomia tributária entre o produto nacional e o importado.

O Sindicato das indústrias de matérias-primas para fertilizantes (SINPRIFERT) realizou uma análise da isonomia tributária entre os principais mercados do mundo, com os seguintes resultados sintéticos:

- Brasil: ICMS sobre insumos nacionais utilizados na produção e nas vendas de fertilizantes entre 4,9% e 8,4%. Contraditoriamente, o ICMS sobre os insumos importação tem seu ICMS isento e/ou diferido.
- China: Entre 13% e 17% de forma isonômica para o nacional ou importado.
- EUA: 0% para nacional ou importado.
- Índia: Entre 4% e 12,3% de forma isonômica para nacional ou importado.
- Zona do Euro: Entre 5% e 27% de forma isonômica para o produto nacional ou importado.

4.5 Diagnóstico do Negócio

Para entendermos melhor o posicionamento da empresa e sua importância no mercado, importante detalharmos como funciona a cadeia logística dos fertilizantes no Brasil, conforme Figura 7. E especificamente no estudo em questão, focaremos mais nos produtos importados,

devido a dependência nacional em relação a estes, uma vez que representam 94,68% de toda a movimentação brasileira.

Figura 7 – Principais modos de transporte utilizados para importação de fertilizantes pelo Brasil em 2020



Fonte: Logcomex, 2020.

A totalidade dos produtos importados são transportados por via marítima até os portos nacionais, pois os grandes produtores de fertilizantes estão localizados no Oriente Médio, América do Norte, África, Rússia e países ao seu redor. Os portos mais significantes no Brasil são: o Porto de Paranaguá (PR), o maior em volume, o Porto de Santos (SP) e o do Rio Grande (RS) como se vê no Gráfico 6.

Gráfico 6 – Rank de movimentação de fertilizantes nos portos brasileiros.



Fonte: Logcomex, 2020.

Uma vez nos portos, os produtos são transportados pelo modal ferroviário ou rodoviário às empresas misturadoras de fertilizantes em todo o território nacional. As fábricas de fertilizantes, ou misturadoras, são responsáveis pela dosagem de cada produto e sua posterior mistura física, para atender às necessidades específicas de cada fazendeiro, de acordo com o déficit de nutrientes de seu solo. Ou seja, de forma simples, o produto entregue nas fazendas nada mais é que uma mistura de fertilizantes sólidos dosados para cada tipo de cultivo e solo de acordo com a Figura 8:

Figura 8 – Fluxo logístico do fertilizante simplificado

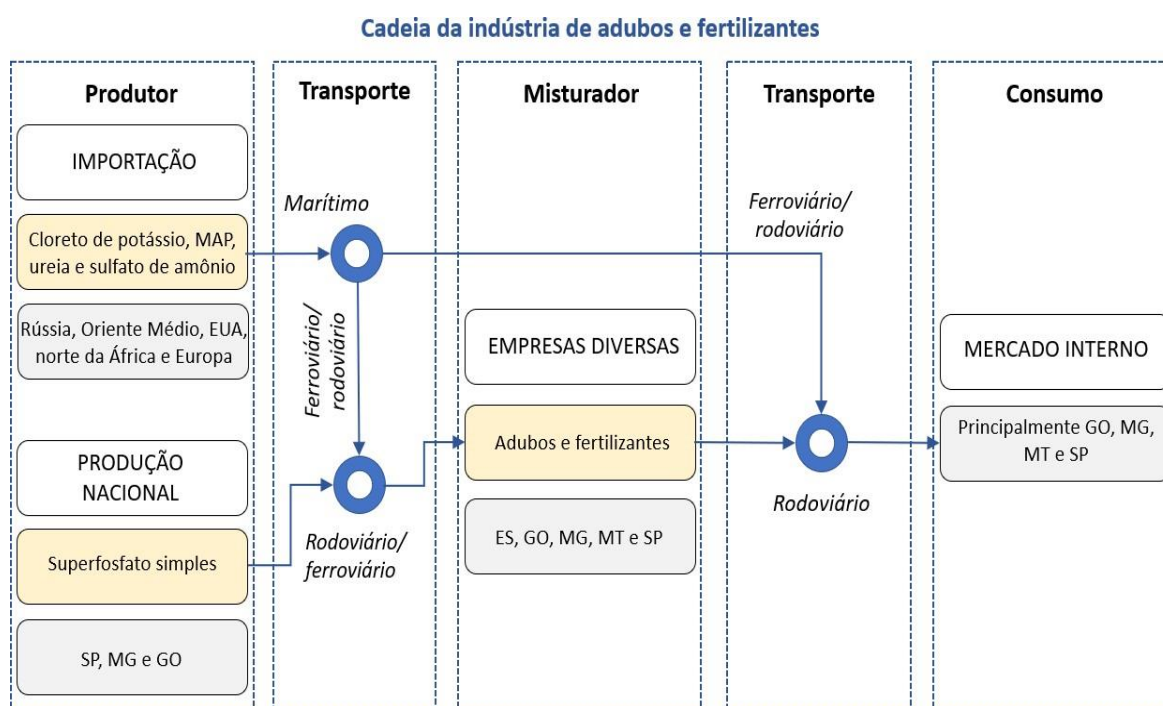


Fonte: Martel e Vieira, 2018.

Em seguida, mas ainda dentro do processo produtivo, as misturadoras envasam os fertilizantes em grandes sacos (big bags) de 1 tonelada ou em embalagens de 25 a 50kg,

transportando-os em caminhões para os pontos de venda, distribuição ou diretamente para os clientes finais. A visão global da cadeia de adubos e fertilizantes pode ser vista na Figura 9:

Figura 9 – Fluxograma da logística nacional dos fertilizantes



Fonte: Caixeta-Filho, 2018.

De maneira análoga os produtores de fertilizantes nacionais entregam seus produtos pelos modais ferroviários e rodoviários, a depender de sua localização e disponibilidade de acesso à algum ramal ferroviário. Quando analisamos os sistemas ferroviários conectados aos portos mais relevantes dos pais, temos a Rumo – Logística e Transporte S.A (Rumo) e a MRS Logística S.A (MRS), ambas concessões federais.

Quando cruzamos os portos atendidos e os estados que então diretamente ligadas a essas malhas temos a segundo matriz apresentada no Quadro 1:

Quadro 1 - Adaptação interna – portos de interesse

Portos	Concessões ferroviárias	Estados Diretamente atendidos
Paranaguá	Rumo Malha Sul S. A.	Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo
Santos	Rumo Malha Paulista S.A e MRS Logística S. A.	São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro
Rio Grande	Rumo Malha Sul S. A.	Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo

Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

Para alcançar o centro-oeste do país, o fertilizante precisar entrar em uma segunda concessão, conforme vemos na matriz disposta no Quadro 2:

Quadro 2 - Adaptação interna – segunda concessão

Concessões conectada ao Porto	Segunda concessão	Estados Diretamente atendidos
Rumo Malha Sul S. A.	Rumo Malha Oeste S. A	Mato Grosso do Sul
Rumo Malha Paulista S.A e MRS Logística S.A.	Rumo Malha Norte S.A, Rumo Malha Oeste S.A, Ferrovia Centro Atlântica S.A. e Ferrovia Norte Sul	Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, e Tocantins
Rumo Malha Sul S. A.	Rumo Malha Oeste S. A.	Mato Grosso do Sul

Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

Importante destacar que o Brasil não possui uma interligação otimizada entre os operadores ferroviários, sendo assim, a depender de qual porto um fertilizante chega no país, não se consegue distribuir por ferrovia até suas fábricas misturadoras, utilizando, portanto, o modal rodoviário.

Tendo como referência as capitais do centro-oeste as distâncias rodoviárias com origem em cada porto temos a seguinte distribuição das distâncias como disposto no Quadro 3:

Quadro 3 - Adaptação interna - distâncias rodoviárias com origem em cada porto

Capitais - Centro-Oeste	Portos	Distância - KM
Cuiabá - Mato Grosso	Paranaguá	1858
	Santos	1649
	Rio Grande	2556
Campo Grande - Mato Grosso do Sul	Paranaguá	1157
	Santos	1079
	Rio Grande	1855
Goiânia - Goiás	Paranaguá	1035
	Santos	1008
	Rio Grande	2248
Palmas - Tocantins	Paranaguá	2135
	Santos	1838
	Rio Grande	3078

Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

Outro ponto de destaque, é que historicamente os fertilizantes importados eram sempre transportados por rodovia devido ao frete de retorno da entrega dos grãos de milho e soja nos portos brasileiros. Porém, com o grande crescimento do agronegócio brasileiro e a evolução dos processos produtivos, o que proporcionou melhores safras, o consumo do fertilizante tornou-se cada vez mais expressivo, sendo atualmente o mais expressivo insumo para o plantio.

Com sua importância produtiva e financeira cada vez mais relevante, as ferrovias começaram a investir no transporte dos fertilizantes, construindo terminais em posições estratégicas, com moegas e armazéns específicos estes produtos.

4.6 Realidade da empresa

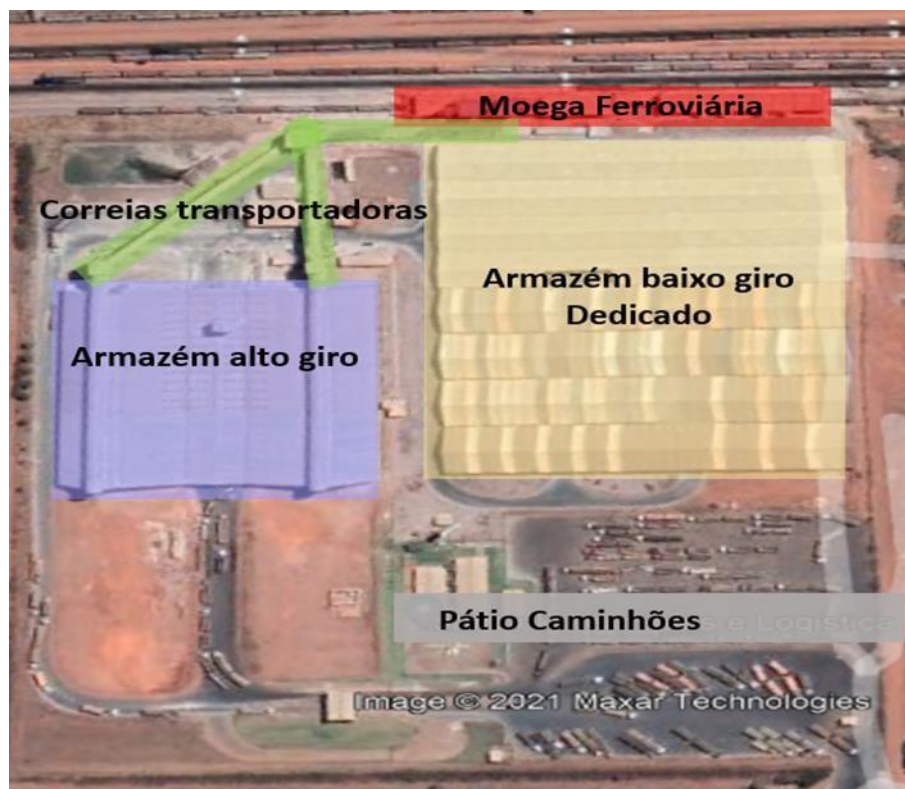
A empresa em estudo, o terminal multimodal de fertilizantes, atualmente está localizada em Rondonópolis, no estado do Mato Grosso, mais especificamente no extremo final da malha ferroviária Norte operada pela concessionária Rumo Logística. Sua operação consiste no recebimento, armazenagem e expedição de todo o fertilizante transportado pela ferrovia para clientes de diversas regiões do estado.

O produto é recebido no terminal através da ferrovia e sua descarga ocorre em uma moega, situada em um desvio ferroviário, sendo o escoamento através de aberturas no fundo dos vagões sem necessidade de tombamento, ou seja, apenas pela gravidade. Uma vez nas moegas, o transporte dos fertilizantes até os armazéns da empresa é feito por correias transportadoras automatizadas, com capacidade de 1.200ton/h. Tais transportadores alimentam dois armazéns em paralelo, com 8 boxes cada, que somados possuem capacidade de armazenagem estática de 96.000 toneladas.

Após armazenado os produtos devem ser expedidos por caminhões que são carregados dentro dos armazéns por pás carregadeiras. Por sua vez, o cliente possui a opção de retirar o produto em até 7 dias ou optar pela armazenagem dedicada, serviço também oferecido pela empresa e para onde neste caso os produtos são transportados por caminhões e depositados em armazéns específicos (capacidade de 150.000 toneladas).

Tal transporte de produtos se dá para que não ocorra prejuízo à operação ferroviária em uma eventual lotação dos boxes. Ou seja, os armazéns conectados à ferrovia diretamente pelas correias transportadoras são classificados como armazéns de alto giro, e os dedicados, baixo giro, conforme Figura 10.

Figura 10 – Identificação e localização das estruturas da empresa



Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

Conforme mencionado, o grande crescimento do cultivo da soja e do milho no Mato Grosso, tem tornado o estado o maior consumidor de fertilizantes no Brasil. De acordo com os dados da Anda – Associação Nacional dos Produtores de Adubo, as misturadoras do estado do MT, entregaram no ano de 2020, mais de 8,8 milhões de toneladas de fertilizantes para os produtores rurais.

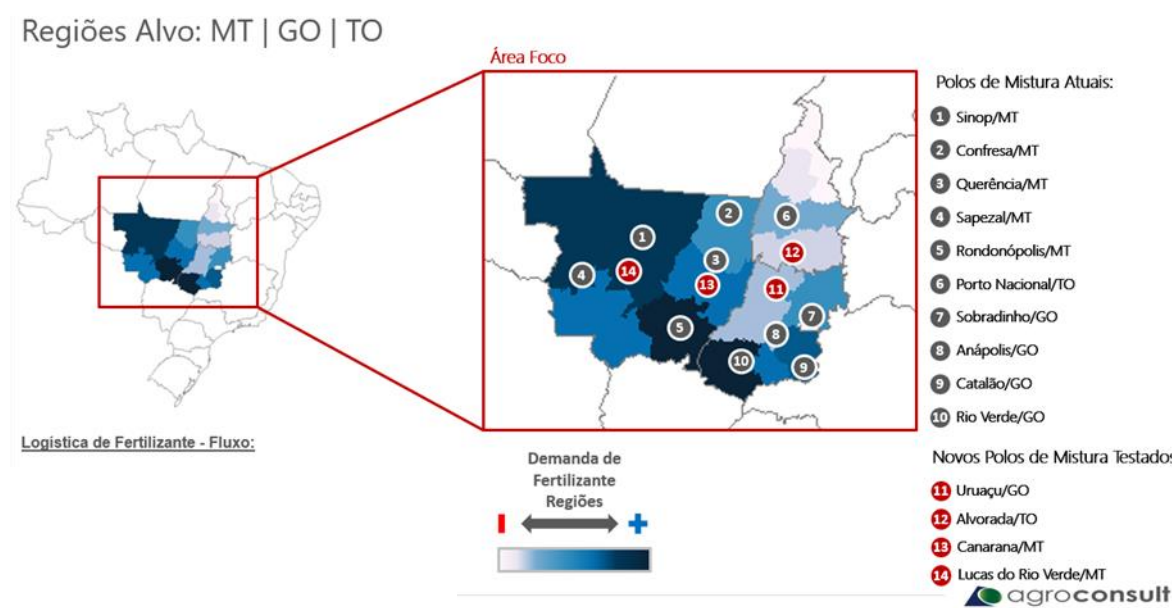
Por sua grande extensão geográfica, o estado recebe os fertilizantes por diversos meios de transporte, mas historicamente, ou melhor, até a construção do terminal ferroviário em Rondonópolis, 100% dos produtos chegavam por caminhões.

Atualmente, a chegada da Ferrovia Malha Norte em conjunto com o complexo ferroviário (pera ferroviária) na cidade de Rondonópolis, e conseqüentemente, em 2018 com a logística

do fertilizante implantada desde o porto, grande parte do recebimento desses produtos no estado se dá pela ferrovia, possibilitando às indústrias misturadoras um melhor planejamento de toda a produção anual. Pode-se dizer que a ferrovia tirou das indústrias, a dependência do frete rodoviário de retorno para compra dos fertilizantes, trazendo uma maior linearidade no mercado, com menos oscilações no frete e maior confiabilidade de entrega.

Com a maturação da nova logística ferroviária, o complexo ferroviário da Rumo em Rondonópolis conseguiu expandir a sua zona de entrega de fertilizantes (ferrovia + ponta rodoviária final) atingindo indústrias misturadoras em todo o estado do Mato Grosso e até mesmo em outros estados, conforme Figura 11.

Figura 11 – Polos de mistura com capacidade de atendimento pela ferrovia – Terminal Rondonópolis localizado na região 5



Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

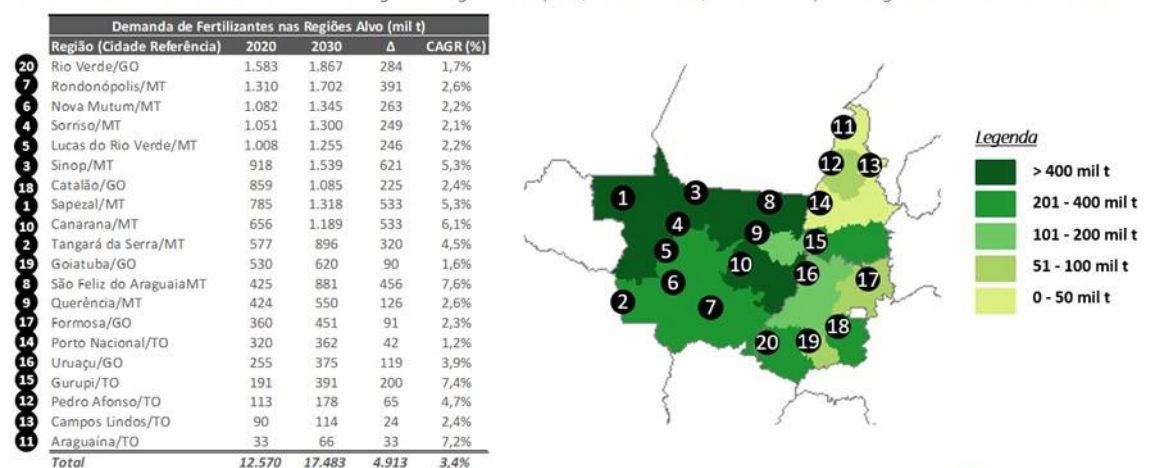
De acordo com a consultoria Agroconsult, a região ao redor da cidade de Rondonópolis possui a segunda maior demanda de fertilizantes de toda a área possível de atendimento do volume recebido pela ferrovia. Os dados levantados pela empresa, mostram que, até 2030 haverá um

aumento de aproximadamente 30% na demanda da região próxima ao complexo ferroviário RUMO, conforme Figura 12.

Figura 12 – Volume de fertilizantes demandando na região de atendimento do complexo ferroviário Rumo

Crescimento Esperado nas Regiões Alvo: MT | GO | TO

Em termos de volume, a região consumidora de Sinop/MT é a que apresenta o maior crescimento nos próximos 10 anos. Estima-se um acréscimo de cerca de 600 mil toneladas de fertilizante nessa região. As regiões de Sapezal/MT e Canarana/MT também apresenta grandes acréscimos de volumes.



Fonte: Agroconsult.

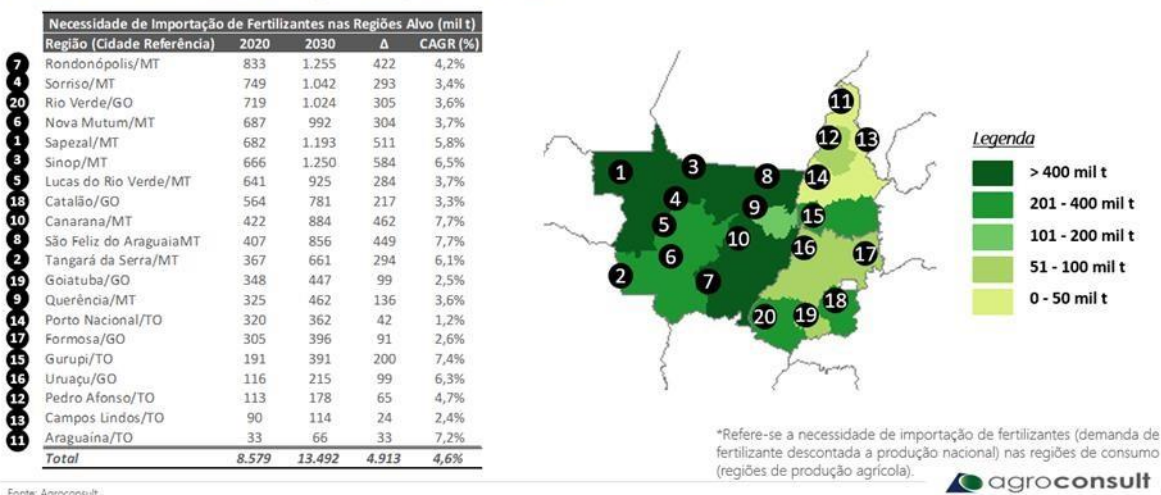
Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

De maneira análoga, e comprovando a dependência do cultivo nacional de fertilizantes importados, ou seja, recebidos no porto que está diretamente conectado à ferrovia, observamos que a região de Rondonópolis é a maior demandadora de fertilizantes importados. E ainda, de acordo com o estudo da consultoria, com um crescimento esperado, até 2030, de mais de 50% na demanda desses produtos como disposto na Figura 13.

Figura 13 – Crescimento esperado na demanda de fertilizantes importados.

Crescimento Esperado nas Regiões Alvo: MT | GO | TO

Assim como na demanda de fertilizante, a região de Sinop/MT é a região com maior crescimento absoluto na necessidade de importação do produto. Em termos percentuais, o destaque é a região de Araguaína, no Tocantins.



Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

Observa-se, portanto, com base nos cenários apresentados de crescimento da região de Rondonópolis, uma concentração importante de misturadoras de fertilizantes nessa região. Justificando, o objetivo desse estudo de interligar o terminal de fertilizantes a uma indústria de fertilizantes, entro do complexo ferroviário.

Toda essa integração da cadeia produtiva do fertilizante, gerada pela chegada da ferrovia, deve ser abordada, também, sob o ponto de vista da qualidade dos produtos, uma vez que as máquinas e as tecnologias do campo têm se aperfeiçoado de maneira rápida. Cada vez mais o correto manuseio tem sido exigido pelos produtores e, portanto, toda a cadeia logística tem tentado trazer novas soluções para minimizar as perdas e eventuais prejuízos na qualidade dos produtos.

Dessa maneira, o projeto de desenvolvimento de uma misturadora, dentro do complexo logístico ferroviário, objeto desse nesse estudo, traria impactos financeiros consideráveis no setor de fertilizantes do estado do Mato Grosso.

4.6.1 A importância da qualidade dos fertilizantes

Conforme INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº39 publicada no Diário Oficial da União em 8 de agosto de 2018 pelo MAPA, “Art. 3º Os fertilizantes minerais, de acordo com a sua natureza física, sólida ou fluida, terão as seguintes especificações de natureza física e garantia granulométrica: Para os produtos sólidos granulados, mistura de grânulos, micro granulados, pó, farelados e pastilhas” conforme Tabela 9:

Tabela 9 - Descrição dos produtos sólidos granulados, mistura de grânulos, micro granulados, pó, farelados e pastilhas

NATUREZA FÍSICA	ESPECIFICAÇÃO DE NATUREZA FÍSICA	GARANTIA GRANULOMÉTRICA	
		Peneira	Partículas Passantes
SÓLIDO	Granulado e Mistura de Grânulos	4,80 mm (ABNT 4)	95% mínimo
		2 mm (ABNT 10)	40% máximo
		1 mm (ABNT 18)	5% máximo
	Microgranulado	2,8 mm (ABNT 7)	90% mínimo
		1 mm (ABNT 18)	10% máximo
	Pó	2,0 mm (ABNT 10)	100%
		0,84 mm (ABNT 20)	70% mínimo
		0,3 mm (ABNT 50)	50% mínimo
	Farelado	4,80 mm (ABNT 4)	90% mínimo
		2,8 mm (ABNT 7)	80% mínimo
		0,50 mm (ABNT 35)	30% máximo
	Pastilha	Frações moldadas de formato e tamanho variáveis	

Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

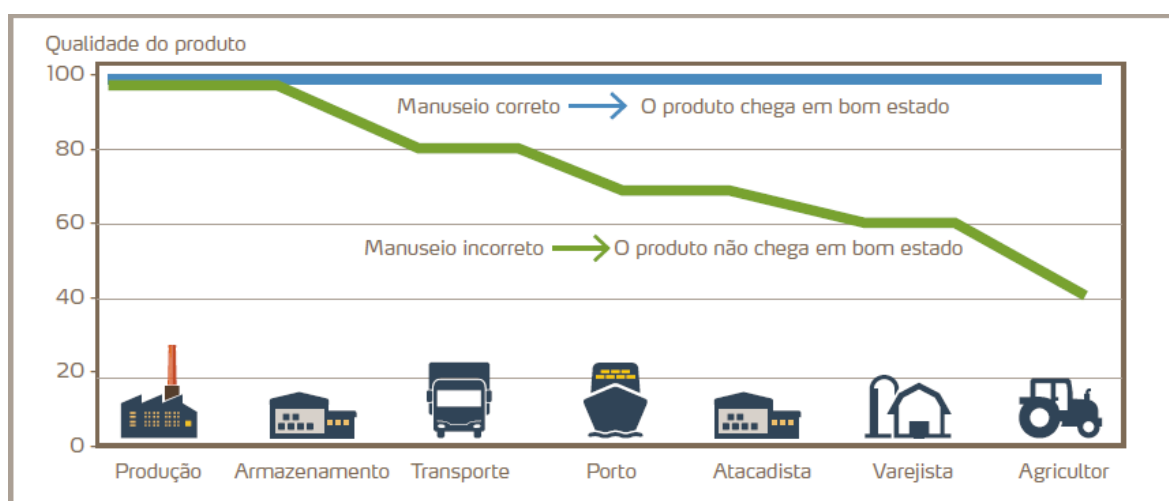
Segundo um dos principais produtores e distribuidores de fertilizantes, para manter a qualidade do produto ao longo da cadeia produtiva, algumas práticas devem ser observadas para o manuseio e armazenamento.

Conforme Yara, um dos maiores fabricantes de fertilizantes no mundo, o manuseio adequado e a qualidade do produto, estão diretamente associados, “(...)”. Para minimizar a deterioração

na qualidade e para evitar problemas de segurança no transporte, deve-se prestar atenção tanto às propriedades químicas e principalmente físicas do fertilizante quanto aos procedimentos corretos de manuseio da fábrica ao campo. O manuseio e o transporte correto do fertilizante devem ser baseados nas condições climáticas, no tipo de fertilizante e na forma como é expedido (granel ou embalado)”, ainda em seu manual, a Yara adverte que as “quedas” do produto em grandes alturas, não é recomendada, logo, o método de transporte por esteira é o mais indicado, conforme: “Evite que o produto caia de grandes alturas durante o carregamento. Sobre esse ponto, importante destacar que os fertilizantes movimentados no terminal de Rondonópolis não são de característica explosiva, não havendo, portanto, problemas de segurança.

São preferíveis tubulação de carregamento em cascata ou esteiras.”. Considerando esta indicação, fica evidenciado que a economia de 1 ciclo de transporte rodoviário do produto (carregamento no porto/descarregamento na misturadora), além da economia do frete, preservação da segurança do produto, evita a perda de qualidade sendo indicado os limites da Figura 14:

Figura 14 - Modelo associativo entre correto manuseio entre os modais de transporte e perda de qualidade do produto da Yara



Fonte: Yara, 2020.

Partindo do conceito de boas práticas da Yara para o transporte de fertilizantes, vamos analisar o impacto do transporte pelo modal rodoviário na cadeia de produção dos fertilizantes. Conforme Mori e Riquetti (2012) na obra “Relação entre Gestão Logística, Modal Shift e Desempenho no Mercado de Fertilizantes Brasileiro”, indica que o transbordo pelo modal rodoviário de produtos a granel, pode causar perda significativa, podendo impactar em cerca de 1% do custo final dos produtos acrescidos no transbordo do transporte intermodal é preciso considerar a perda de mercadoria durante o processo.

A quantidade de carga perdida depende do modal utilizado, tipo de acondicionamento do produto, estado da frota e número de transbordos. Produtos em contêineres não apresentam perda. No entanto, nos granéis a perda é significativa, principalmente quando se trata de transporte rodoviário feito por veículos antigos. As operações de transbordos podem acarretar perda física significativa da mercadoria, representando um custo de até 1% no preço do produto, e conseqüentemente quebra de transporte, além de implicar maiores probabilidades de se ter um veículo parado (CAIXETA et al, 2001).

4.6.2 Processo Produtivo

Importante destacar os impactos na qualidade dos produtos dentro de seu processo produtivo. Conforme mencionado por Barros e Vasconcelos (2014, p.47):

Perdas por transporte referem-se às atividades de movimentação de materiais, que às vezes são desnecessárias e não estão associadas a qualquer tipo de processamento, ou não agregam valor, e geram custos;

Perdas no processamento em si: São atividades desnecessárias durante o processamento, ou seja, para que o produto adquira suas características funcionais essas atividades não são vitais e podem ser eliminadas para otimizar o processo;

Perdas no movimento: São os movimentos desnecessários executados pelos operadores durante as atividades principais. Amenizando essas perdas, o tempo de operação é 4 reduzido. O estudo de tempos e movimentos, é uma forma de eliminar as perdas no movimento.

Os referidos autores também verificaram em seu estudo, que durante todo o processo produtivo houve perda de cerca de 4% do material, a granulometria também está diretamente associada com um dos principais gargalos de perda identificado, pois, os grãos muito finos caem nos espaços do elevador.

Quando a produção se inicia, os produtos, após serem pesados, caem na fita transportadora e são despejados diretamente no elevador para que sejam transportados para as próximas etapas do processo, a moagem e o peneiramento. Nesse percurso de transporte, ocorrem algumas perdas desses produtos, sendo no elevador a maior concentração de perdas, pois na maioria das vezes os grãos que entram são muito finos e caem entre os espaços do elevador (BARROS, VASCONCELOS, 2014, p.53).

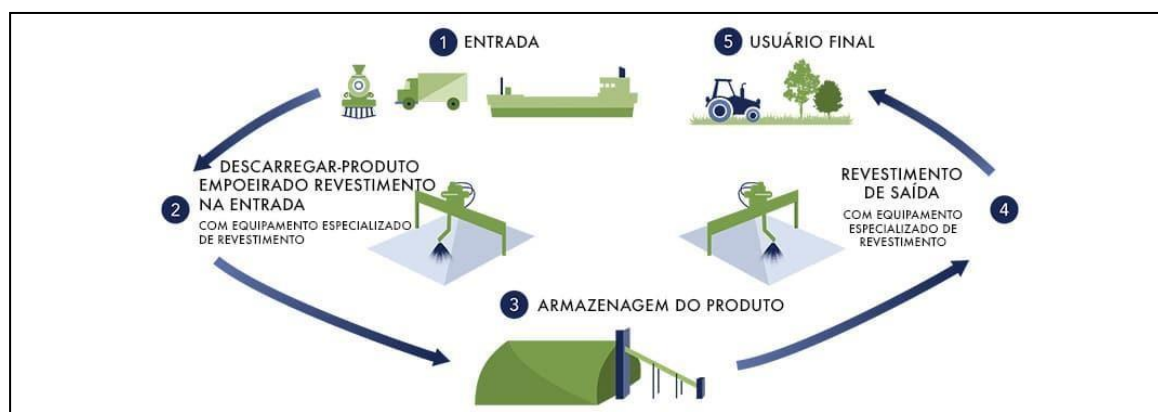
Boa parte dessa perda pode ser reduzida diminuindo o esmagamento dos grãos (mantendo os grãos/matéria prima no tamanho adequado). Estas perdas também podem ser minimizadas utilizando sistemas de revestimento, conforme ArrMaz uma das líderes mundiais em fabricação de produtos químicos, “Esses problemas podem ser parcialmente resolvidos com a aplicação adequada de revestimentos de fertilizantes robustos, tais como revestimentos antipoeira e/ou antiaglomerantes em pontos de produção de fertilizantes.

Na medida em que os fertilizantes envelhecem e sofrem abrasão durante as etapas subsequentes de manuseamento, o desafio de manter a sua integridade física aumenta, por isso, muitas vezes existe a necessidade de tratamentos posteriores adicionais. Há também uma necessidade de as instalações de mistura para melhor aderirem e misturarem homoganeamente micronutrientes com fertilizantes de macro nutrientes.

Ao contrário de pontos de produção de fertilizantes, instalações de processamento e distribuição (*downstream*), tais como armazenagem de fertilizantes, armazéns, terminais e instalações de carga e descarga raramente possuem sistemas de aplicação de tratamento de revestimento integrados em seus projetos de instalações. Isto significa que, além do próprio revestimento, estas instalações necessitam da criação de sistemas, engenharia, construção e montagem de um sistema de revestimento “.

O processo produtivo pela ArrMaz destacando a importância de se evitar perdas ao longo de toda a cadeia produtiva é representado na Figura 15:

Figura 15 – Fluxo de processamento e distribuição de fertilizantes



Fonte: ArrMaz, 2020.

A movimentação de fertilizantes, da entrada nos portos até as fazendas produtoras é predominantemente realizada pelo modal rodoviário e, em menor quantidade, pelo modal ferroviário e varia de acordo com o corredor logístico escolhido, a distância da origem ao destino do escoamento de grãos e do fertilizante pode oscilar de 400 km a 2.000km. Ou seja, envolve o planejamento das combinações de estações de transbordos intermodais e da infraestrutura alinhada ao transporte de produtos.

5 PROPOSTA DE SOLUÇÃO

5.1 Implantação de unidade misturadora junto ao terminal de fertilizantes

Tendo em vista todos os desafios existentes na cadeia do setor de fertilizantes surge uma oportunidade de verticalização no mercado de fertilizantes que é trazer para junto do terminal de fertilizantes, uma unidade misturadora “bandeira branca”, ou seja, uma planta prestadora de serviço essencialmente, sem sua marca própria e sem venda para cliente final. Com benefícios logísticos, atendimento ao cliente (qualidade), assim como financeiro.

Uma vez conectado diretamente à ferrovia, através de uma torre de transferência, que interliga as correias transportadoras da moega com as que alimentam os boxes dos armazéns do terminal, o objetivo do projeto é fazer uma derivação da correia transportadora na torre de transferência, para alimentar a unidade misturadora que será implementada no lote adjacente, conforme Figura 16.

Figura 16- Localização da unidade misturadora, alimentada pela correia transportadora, direto da ferrovia



Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

Dessa forma, com a misturadora diretamente integrada, os clientes importadores dos fertilizantes poderão contratar o serviço de mistura de fertilizantes sem ter que necessariamente levar o produto até suas plantas próprias e então beneficiá-los. Ou seja, qualquer player do setor poderá utilizar a planta de fertilizantes “bandeira branca” desde que seus produtos sejam transportados através da ferrovia.

Assim, desde que atendendo às necessidades específicas de cada cliente, deve-se destacar o ganho logístico dessa operação, uma vez que seria eliminado uma ponta rodoviária do transporte do produto que chega ao terminal por ferrovia, até a cada unidade misturadora da região de Rondonópolis (estamos utilizando para o estudo, uma distância média de 30 km do terminal).

Importante destacar que a eliminação da ponta logística, exemplificada na Figura 17, traz consigo um benefício na qualidade do produto, item muito considerado pelos clientes finais, os fazendeiros. Ou seja, seria eliminado um manuseio, ou tombo no produto, que conforme citado, aumenta os índices de quebra e geração de particulado.

Figura 17 - Fluxo logístico com a eliminação de um trecho rodoviário



Consequentemente fica evidente que os dois benefícios obtidos com integração da unidade misturadora trazem ganhos financeiros significativos, que serão explorados em nosso projeto no próximo tópico.

5.2 Análise de economia após implantação da planta da misturadora de fertilizantes interligada ao armazém

Verifica-se que a implantação da misturadora de fertilizantes interligada a planta do armazém, poderá gerar uma grande economia diária, tanto no frete rodoviário entre o armazém e as misturadoras existentes, quanto na perda evitada do produto eliminando o elo do transporte armazém x misturadora da cadeia produtiva.

Como mostra o Quadro 4, diariamente são transportadas mais de 10.000t de fertilizantes do armazém do terminal de Rondonópolis até as misturadoras, que estão localizadas a uma distância média de 25km do complexo ferroviário. Em média um caminhão carrega 40t de fertilizantes, a um custo médio do frete de R\$20/t a R\$25/t, a economia média gerada no frete, seria em torno de R\$225.000,00 por dia.

Quadro 4 - Economia estimada do frete rodoviário

Economia estimada do frete rodoviário	
Total t transportadas por dia	10.000
Valor médio do frete por t	R\$ 22,50
Economia diária estimada	R\$ 225.000
Economia mensal estimada	R\$ 6.750.000

Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

O uso de esteiras para transporte do produto até a misturadora dentro do complexo do terminal ferroviário possibilitaria além da economia, evitar perdas do produto e diminuição na qualidade durante o transporte, com uma expectativa de melhor preservação do produto. Estimamos reduzir a perda calculada por Barros e Vasconcelos (2014) em 1%, isso significaria

100t a menos de perda por dia, a um custo de R\$2.500,00 a tonelada, representaria uma economia diária de R\$250.000,00 como descrito no Quadro 5:

Quadro 5 - Economia estimada na perda do produto

Economia estimada na perda do produto	
Total t transportadas por dia	10.000
Perda estimada por Jaine e Giancarlo	1%
Perda diária estimada em t	100
Custo por tonelada	R\$ 2.500
Economia diária estimada	R\$ 250.000
Economia mensal estimada	R\$ 7.500.000

Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

Desta forma, teremos uma expectativa de economia diária do frete mais perda do produto em torno de R\$475.000,00.

5.3 Análise operacional após implantação da planta da misturadora de fertilizantes interligada ao armazém

Considerando o cenário atual, a partir do terminal de Rondonópolis o fertilizante é carregado via rodoviário até as misturadoras. Uma segunda perna rodoviária retira o produto já misturado até o cliente final. Apesar das curtas distâncias, de 4,5km do terminal até a misturadora já existente no complexo, foi identificada uma perda de tempo total do ciclo dos veículos considerável no carregamento e na descarga, gerando um ciclo médio de 63 min por veículo, sendo este ciclo medido desde o posicionamento do veículo para carregamento no terminal de Rondonópolis incluindo a fila, a descarga na misturadora e o retorno até o posicionamento no terminal de Rondonópolis novamente.

Já no projeto, esta perna rodoviária deixa de existir já que a mistura já seria realizada no terminal de Rondonópolis, local de recebimento dos produtos via ferrovia. A segunda etapa do transporte, do misturador até o cliente final, existe nos dois cenários atual e projetado,

sendo este tempo médio de 132 min por veículo para a misturadora e 139 min para o terminal de Rondonópolis, sendo o ciclo o tempo gasto desde a fila de carregamento na misturadora ou terminal de Rondonópolis até a descarga no cliente e retorno para fila de carregamento.

Utilizando a fórmula de cálculo citada no capítulo viabilidade operacional, onde o ciclo por viagem total é dado por somatório dos tempos gastos no transporte dividido pelo volume transportado. Neste comparativo, identificamos o tempo de ciclo por viagem total de 4,88 minutos por tonelada para cada veículo transportada no cenário atual e no cenário projetado sem a primeira perna rodoviária de 3,48 minutos por tonelada para cada veículo transportada, considerando veículos com capacidade de 40t de carga.

Neste cenário, quando avaliamos a Taxa Comercial que é o volume transportada por horas comerciais, ou seja, qual o volume que um veículo faz por dia no período de trabalho dele, e desconsiderando novamente o tempo desde o Porto até o terminal de Rondonópolis, que seria o mesmo para os dois cenários, e desconsiderando o tempo de mistura que também seria o mesmo para os dois cenários, um veículo operando 12 horas por dia, chegamos a uma Taxa Comercial de 147,69 t/dia por veículo para o cenário atual e 207,19 t/dia por veículo no cenário projetado, gerando um aumento de produtividade de 40,28%.

Para 10.000t diária, no cenário atual seriam necessários 68 veículos na rota e para o cenário projetado 49 veículos na rota, o que inclusive é uma solução para um possível gargalo na cadeia logística, pois com o aumento da demanda, a falta de ativos e infraestrutura de carregamento e descarga de veículos será minimizada pela necessidade de menos ativos. O Quadro 6 descreve o Tempo de Ciclo por Viagem, em um cenário atual e projetado.

Quadro 6 - Tempo de Ciclo por Viagem - cenário atual X projetado.

Tempo de ciclo por viagem		
	Cenário Atual	Cenário P
Volume transportado (t)		40,0
Terminal Rondonópolis ao Polo Misturador (min)		
Polo Misturador ao Cliente Final (m)		
Terminal ao C		
T		

Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

O Quadro 7 descreve a Taxa Comercial, em um cenário atual e projetado.

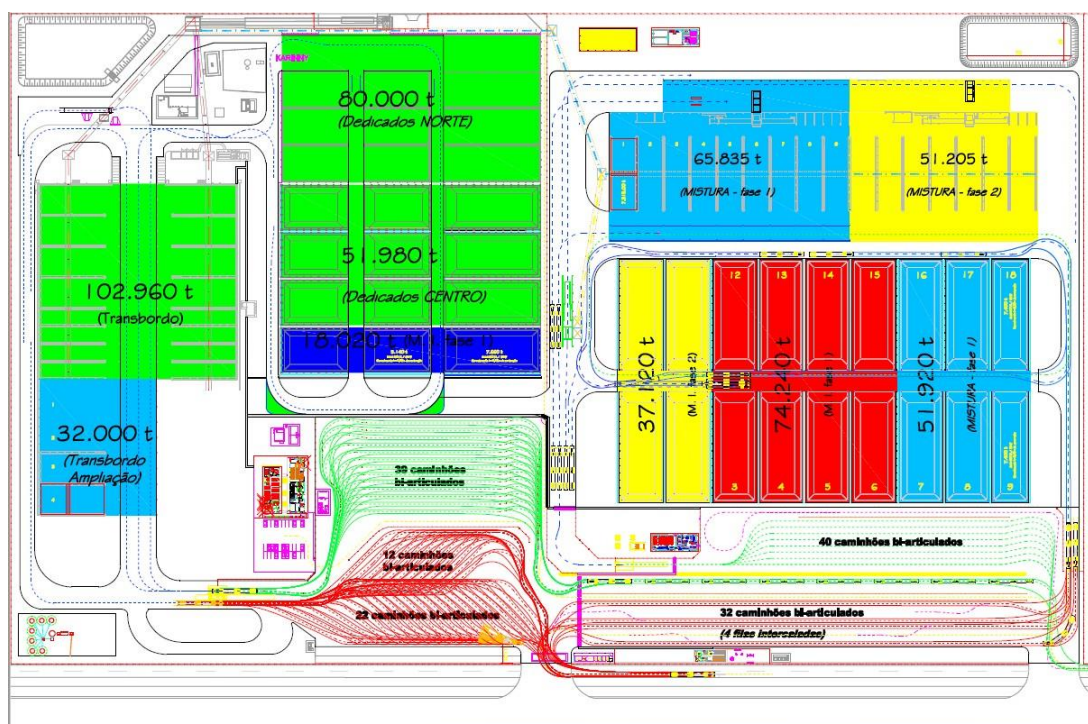
Quadro 7 - Taxa Comercial - cenário atual X projetado.

Taxa Comercial		
	Cenário Atual	Cenário Projetado
Tempo de Ciclo (min/t)	4,88	3,48
Horas de trabalho diário	12	12
Taxa Comercial (t/dia)	147,69	207,19

Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

A partir disso, foi desenvolvido um layout básico da unidade misturadora para estimativa dos investimentos e consequentemente elaboração de um plano de negócios para estudar a viabilidade e o cronograma tal como se vê na Figura 18.

Figura 18 - Layout básico do projeto da unidade misturadora “bandeira branca” integrada ao terminal de fertilizantes



Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

5.5 Análise de viabilidade e cronograma de implantação da unidade misturadora

A partir do projeto básico apresentado foi possível fazer uma estimativa do investimento necessário para se construir a unidade misturadora “bandeira branca”. Devido ao fato de se ter a necessidade de atender diversos clientes com suas respectivas exigências e tipos de produto, foi necessário desenvolver uma fábrica bastante complexa e completa, traduzindo em altos investimentos.

Tendo em vista a necessidade de armazenagem demandada pelo mercado específico do Mato Grosso, observa-se que o projeto básico trouxe grande capacidade através de armazéns lonados, acrescentando analogamente mais custos.

a) Investimos fixos

Baseado no projeto básico de engenharia foram agrupados os investimentos em grandes linhas, sendo estas:

- Infraestrutura civil: Edificações produtivas, terraplanagem, acesso a água, acesso à energia elétrica, drenagem e tratamento de efluentes.
- Equipamentos: Misturadores, armazenagem, transporte e expedição.
- Terreno: Aquisição do terreno com 160 mil metros quadrados.
- Licenciamentos ambientais: Licença previa (LP) e Licença de implantação (LI).
- Investimentos indiretos: Projeto executivo, taxas e custo de administração da obra.

Não estão contemplados nos investimentos a infraestrutura e equipamentos que serão compartilhados com a unidade atual, sendo os grandes itens:

- Edificações administrativas;
- Balanças rodoviária;
- Moega Ferroviária e todos os equipamentos de elevação da correia até a primeira torre de transferência.

A execução dos investimos ocorrerão em um prazo de 18 meses, distribuídos, conforme Tabela 10:

Tabela 10 - Cronograma Físico-Financeiro

Item	Valor (R\$ M)	ANO 1	ANO 2	Total
Infraestrutura Civil	126,67	45%	55%	100%
Equipamentos	50,00	75%	25%	100%
Terreno	16,00	100%	0%	100%
Investimentos indiretos	6,97	52%	48%	100%
Licenças	0,36	100%	0%	100%
	Valor Executado (R\$ M)	114,46	85,54	200

Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

b) Estimativa de custo de depreciação

Tendo em vista que a implantação de uma unidade misturadora exigirá a aquisição de grandes quantidades de bens e ativo imobilizado, a estimativa do custo não deve ser desprezada, apesar de não representar a necessidade de desembolso por parte da empresa, a depreciação é um custo e deve influenciar na análise de viabilidade.

Para esse estudo foi convencionado o período de depreciação dos itens de investimentos que serão incorporados ao ativo imobilizado, conforme Tabela 11:

Tabela 11 - Período de depreciação

Ativo	Depreciação (anos)
Infraestrutura Civil	20
Equipamentos	10
Terreno	20

Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

c) Estimativa de Custo Fixo e Variáveis

Os custos fixos são os gastos que não se alterarão em função do volume de fertilizante misturado, com base no estudo “Como elaborar um plano de negócio”, Sebrae 2013, seguem os custos fixos relacionados a misturadora, Tabela 12:

Tabela 12 – Descrição dos itens necessários aos negócios

DESCRIÇÃO
IPTU
ÁGUA
TELEFONE
HONORÁRIOS
MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS
SALÁRIOS E ENCARGOS SOCIAIS
MATERIAL DE LIMPEZA/ESCRITÓRIO

TAXAS DIVERSAS
SERVIÇOS TERCEIRIZADOS
DESPESAS DE DEPRECIAÇÃO
OUTRAS DESPESAS

Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

Optou-se por colocar toda a energia elétrica como custo variável, sendo essa a o principal custo de produção, visto que os fertilizantes primários e secundários, são de propriedade do cliente. Os custos fixos e variáveis estimados no projeto é de R\$ 32,00 por tonelada para uma produção de 1,2 milhões de toneladas, tendo uma partição de 40% de custos fixos e 60% de custos variáveis.

Os valores estimados foram corrigidos do 2º ao 15º ano através da taxa de inflação de longo prazo obtida no relatório Focus de 7,5% ao ano.

d) Estimativa de Faturamento

O serviço vendido será a mistura de quantidades específicas de fertilizantes, gerando um novo produto, expedido embalado ou a granel dentro das especificações e com a marca do cliente. Importante destacar que o serviço é prestado para uma indústria de fertilizante, não sendo escopo aqui a identificação da mistura necessária para uma determinada lavoura, nem como planejamento de marketing para promoção da misturadora no mercado.

O volume estimado é de 1,2 milhões de toneladas de produto acabado por ano. Em pesquisas de mercado na região de Rondonópolis, entendeu-se que o preço de venda do serviço de mistura tem uma variação de R\$ 50,00 a R\$ 60,00 reais a depender da necessidade de oferta de fertilizantes para a lavoura, para fins desse estudo utilizaremos o valor médio de R\$ 55,00.

O valor estimado foi corrigido do 2º ao 15º ano através da taxa de inflação de longo prazo obtida no relatório Focus de 7,5% ao ano.

5.5.1 Análise de viabilidade

Conforme mencionado no início desse estudo, a análise da viabilidade financeira parte da construção dos fluxos de caixa que, uma vez conhecidos, possibilitaram o cálculo dos indicadores de rentabilidade.

Os fluxos de caixa reúnem os valores monetários usados para representar as saídas e entradas de produtos e recursos ao longo de um período determinado – 15 anos como visto nas Tabelas 13, 14 e 15 respectivamente. Segundo Noronha (1987) são formados por fluxos de entrada e fluxos de saída de recursos financeiros, cujo diferencial é denominado fluxo líquido como mostra a Tabela 16.

Tabela 13 - Saída - Custo nominal de depreciação

Item	Infraestrutura Civil	Equipamentos	Terreno	Custo total nominal
Unidade	R\$ Milhões	R\$ Milhões	R\$ Milhões	R\$ Milhões
Valor (R\$ M)	126,67	50,00	16,00	192,67
Ano 1	0	0	0	0,00
Ano 2	0	0	0,8	0,80
Ano 3	6,33	5	0,8	12,13
Ano 4	6,33	5	0,8	12,13
Ano 5	6,33	5	0,8	12,13
Ano 6	6,33	5	0,8	12,13
Ano 7	6,33	5	0,8	12,13
Ano 8	6,33	5	0,8	12,13
Ano 9	6,33	5	0,8	12,13
Ano 10	6,33	5	0,8	12,13
Ano 11	6,33	5	0,8	12,13
Ano 12	6,33	5	0,8	12,13
Ano 13	6,33	0	0,8	7,13
Ano 14	6,33	0	0,8	7,13
Ano 15	6,33	0	0,8	7,13

Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

Tabela 14 - Custo fixo e variável

Item	Custos Fixos + Variável
Unidade	R\$ Milhões
Ano 1	0,00
Ano 2	20,64
Ano 3	44,38
Ano 4	47,70
Ano 5	51,28
Ano 6	55,13
Ano 7	59,26
Ano 8	63,71
Ano 9	68,49
Ano 10	73,62
Ano 11	79,14
Ano 12	85,08
Ano 13	91,46
Ano 14	98,32
Ano 15	105,69

Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

Tabela 15 - Volume e Receita de vendas

Item	Volume	Receita de venda
Unidade	Toneladas	R\$ Milhões
Ano 1	0	0
Ano 2	600.000	35,48
Ano 3	1.200.000	76,27
Ano 4	1.200.000	81,99
Ano 5	1.200.000	88,14
Ano 6	1.200.000	94,75
Ano 7	1.200.000	101,86
Ano 8	1.200.000	109,50
Ano 9	1.200.000	117,71
Ano 10	1.200.000	126,54
Ano 11	1.200.000	136,03
Ano 12	1.200.000	146,23
Ano 13	1.200.000	157,20
Ano 14	1.200.000	168,99
Ano 15	1.200.000	181,66

Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

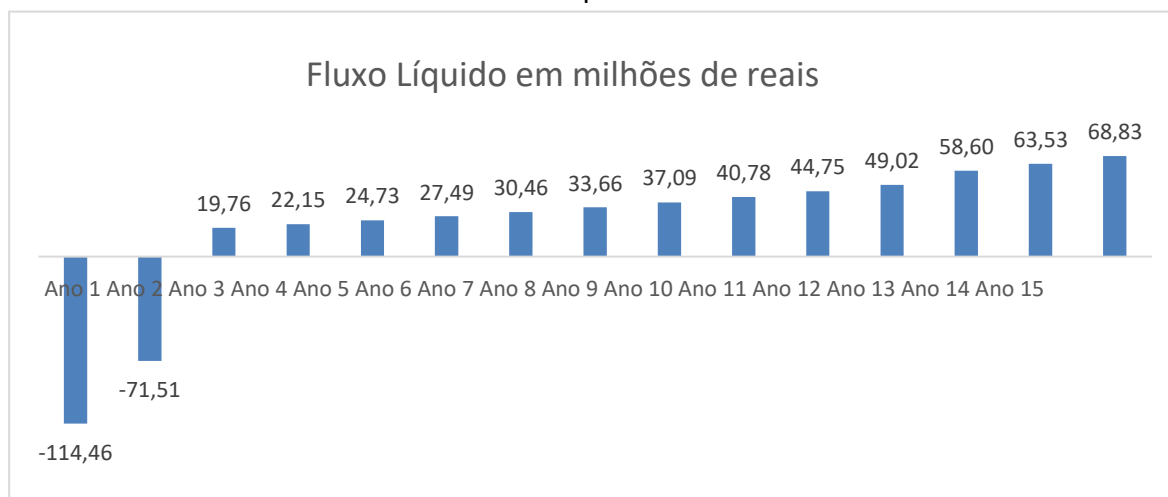
Tabela 16 - Fluxo de caixa líquido

Item	Investimentos	Custo de depreciação	Custo Fixo + Variável	Faturamento	Fluxo de caixa líquido
Unidade	R\$ Milhões	R\$ Milhões	R\$ Milhões	R\$ Milhões	R\$ Milhões
Ano 1	-114,46	0,00	0,00	0,00	-114,46
Ano 2	-85,54	-0,80	-20,64	35,48	-71,51
Ano 3	0,00	-12,13	-44,38	76,27	19,76
Ano 4	0,00	-12,13	-47,70	81,99	22,15
Ano 5	0,00	-12,13	-51,28	88,14	24,73
Ano 6	0,00	-12,13	-55,13	94,75	27,49
Ano 7	0,00	-12,13	-59,26	101,86	30,46
Ano 8	0,00	-12,13	-63,71	109,50	33,66
Ano 9	0,00	-12,13	-68,49	117,71	37,09
Ano 10	0,00	-12,13	-73,62	126,54	40,78
Ano 11	0,00	-12,13	-79,14	136,03	44,75
Ano 12	0,00	-12,13	-85,08	146,23	49,02
Ano 13	0,00	-7,13	-91,46	157,20	58,60
Ano 14	0,00	-7,13	-98,32	168,99	63,53
Ano 15	0,00	-7,13	-105,69	181,66	68,83

Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

Em seguida, tem-se a demonstração da evolução do fluxo de caixa líquido no período estimado conforme Gráfico 7:

Gráfico 7: Fluxo líquido do 1º ao 15º ano.



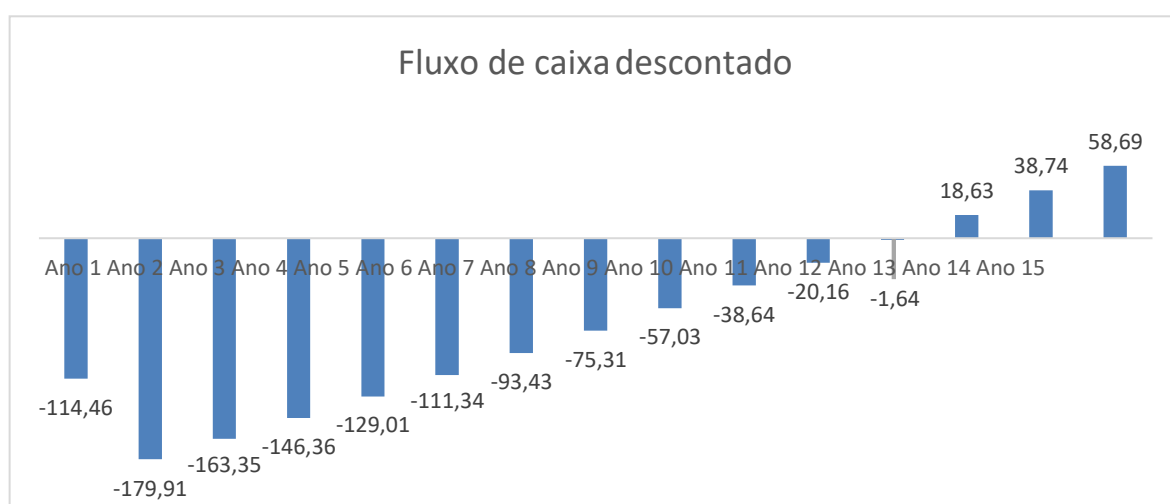
Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

A partir do fluxo de caixa líquido geramos os indicadores de rentabilidade, com resultado de:

- Taxa mínima de atratividade: 9,25% (Taxa SELIC Dezembro 2021)
- VPL: R\$ 53.723.747,22 em 15 anos.
- TIR de 13,39%.3

Utilizando o fluxo de caixa descontado a taxa mínima de atratividade, aqui determinada pela SELIC em dezembro de 2021, temos o payback no 13º ano como visto no Gráfico 8:

Gráfico 8 - Payback identificado no Fluxo de Caixa descontado - 13º ano



Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

O estudo concluiu que há viabilidade operacional, tendo como ponto forte a integração entre a operação do terminal e da misturadora no mesmo local gerando um aumento da produtividade evidenciado pela Taxa comercial de 40,28% principalmente pela eliminação de uma ponta rodoviária e de uma carga e uma descarga intermediária no processo e redução na quantidade de ativos com redução de filas como consequência.

Do ponto de vista do cliente a misturadora apresenta ganhos de qualidade e ganhos financeiros, com a redução da quebra do material e a redução do custo de transporte, mensurado em R\$22,50 por tonelada.

A análise de viabilidade financeira apresentou um VPL de 53,7 milhões de reais em 15 anos, com uma TIR de 13,39% e payback de 13 anos, valor este, acima dos 10 anos definidos como um fator de atratividade para o investimento.

Buscando a redução do payback para 10 anos, incorporamos 25% da redução do frete do cliente (R\$ 5,62) em nosso preço de venda médio no 1º ano, passando de R\$ 55,00 para R\$ 60,63, com a incorporação dessa parcela os indicadores financeiros foram alterados de acordo com o evidenciado nas Tabelas 17 e 18, respectivamente.

Tabela 17 - Entrada: Receita acrescida da captura de 25% da redução do frete

Item	Volume	Receita de venda
R\$(M)/t	Toneladas	0,00006063
Ano 1	0	0
Ano 2	600.000	39,11
Ano 3	1.200.000	84,08
Ano 4	1.200.000	90,38
Ano 5	1.200.000	97,16
Ano 6	1.200.000	104,45
Ano 7	1.200.000	112,28
Ano 8	1.200.000	120,71
Ano 9	1.200.000	129,76
Ano 10	1.200.000	139,49
Ano 11	1.200.000	149,95
Ano 12	1.200.000	161,20
Ano 13	1.200.000	173,29
Ano 14	1.200.000	186,29
Ano 15	1.200.000	200,26

Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

Tabela 18 - Fluxo de caixa líquido com a receita acrescida da captura de 25% da redução do frete

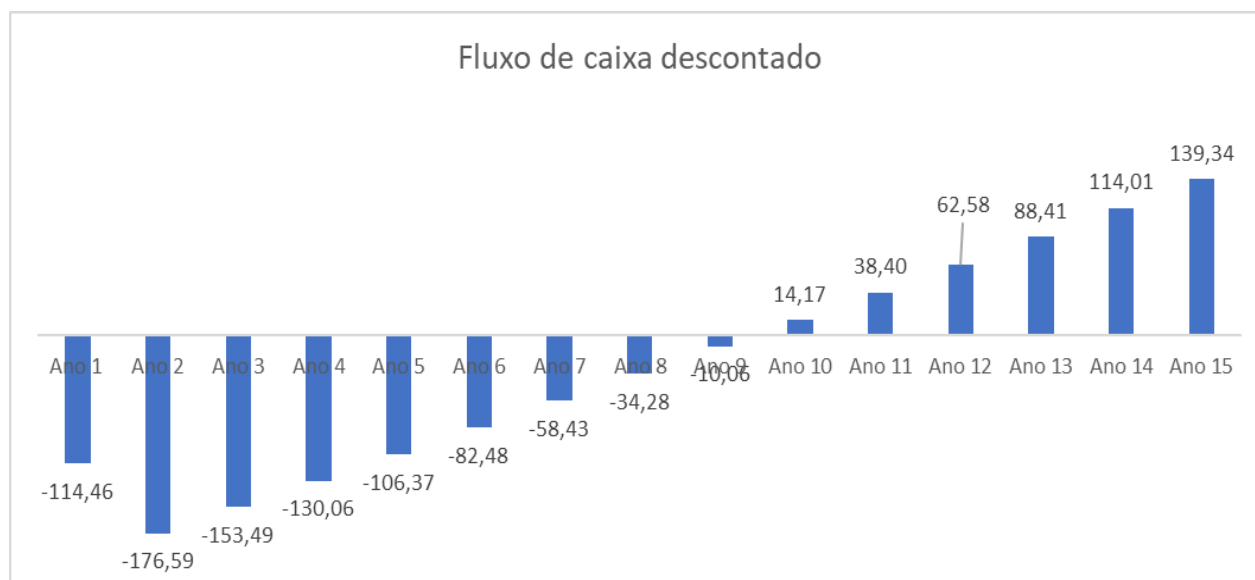
Item	Investimentos	Custo de depreciação	Custo Fixo + Variável	Faturamento	Fluxo de caixa líquido
Unidade	R\$ Milhões	R\$ Milhões	R\$ Milhões	R\$ Milhões	R\$ Milhões
Ano 1	-114	0	0	0,00	-114,46
Ano 2	-86	-1	-21	39,11	-67,88

Ano 3	0	-12	-44	84,08	27,57
Ano 4	0	-12	-48	90,38	30,55
Ano 5	0	-12	-51	97,16	33,75
Ano 6	0	-12	-55	104,45	37,19
Ano 7	0	-12	-59	112,28	40,89
Ano 8	0	-12	-64	120,71	44,86
Ano 9	0	-12	-68	129,76	49,14
Ano 10	0	-12	-74	139,49	53,74
Ano 11	0	-12	-79	149,95	58,68
Ano 12	0	-12	-85	161,20	63,99
Ano 13	0	-7	-91	173,29	74,70
Ano 14	0	-7	-98	186,29	80,83
Ano 15	0	-7	-106	200,26	87,43

Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

Os valores obtidos foram: VPL: R\$ 127.478.948,66, o TIR: 18,44% e o Payback se deu em 10º ano. O Gráfico 9 apresenta o fluxo de caixa descontado.

Gráfico 9 - Payback identificado no Fluxo de Caixa descontado - 10º ano



Fonte: dados primários da pesquisa, 2021.

O risco analisado para a solução de absorção de 25% do frete rodoviário, para o atingimento de payback em 10 anos, seria se o concorrente direto da futura misturadora bandeira branca, já instalada no complexo logístico ferroviário, absorvesse esse mesmo valor do rodoviário. Mantendo, dessa forma, o mesmo valor de venda do serviço de mistura, ou seja, R\$55,00. Porém, quando se analisa o demonstrativo financeiro desse único concorrente

(disponibilizado em seu site), caso ele opte por essa estratégia, sua margem líquida cairá 5 pontos percentuais, chegando a 8%. Ou seja, colocaria em risco seu negócio, especialmente se considerado, por exemplo, os riscos dos preços de combustíveis.

Portanto, entendemos que o projeto possui viabilidade operacional e financeira, com claro benefício para o cliente, gerando ganhos de qualidade, redução do custo logístico, bem como a postergação e/ou eliminação da necessidade de ampliação da capacidade produtiva.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo abordou o tema da importância da logística de fertilizantes para a segurança alimentar global. Em específico, foi considerado uma pesquisa de viabilidade operacional e econômica para uma proposta de integração de um terminal de fertilizantes no complexo ferroviário Rumo em Rondonópolis/MT com uma indústria misturadora de fertilizantes.

Considerando as empresas de fertilizantes, pode-se dizer que além de ser responsável pela produção e distribuição de uma grande participação de mercado de produtos químicos, ou seja, fertilizantes, a maior parte da receita dessas empresas vem de suas vendas de fertilizantes. No entanto, há um crescimento significativo em seus gastos correntes com a distribuição de seus produtos. Esse custo reduz a margem de lucro global das empresas. Neste caso, uma boa gestão de distribuição é necessária porque os custos de transporte sozinhos representam a maior parcela do custo logístico total. Uma melhoria na eficiência do processo de distribuição impactará diretamente e aumentará o lucro da empresa.

De certo que toda empresa deseja ter um sistema de entrega ideal sem interrupção e sem tempo de inatividade. Na realidade, os eventos de interrupção não podem ser evitados, especialmente na entrega de produtos que utilizam transporte multimodal. Tais eventos indesejados e descontrolados podem incluir tempo de inatividade repentino na fábrica, quebra de veículos, vagões, navios, congestionamento e muito mais.

Assim sendo, ficou evidenciada a importância e os desdobramentos que as atividades logísticas têm para as indústrias de fertilizantes envolvendo decisões estratégicas, constatando o quão importante são os estudos de viabilidade operacional e econômica. Os problemas de roteamento de estoque estão preocupados com o status do inventário em cada nó de demanda e seleção de rotas. Essas rotas são otimizadas para encontrar o menor custo total de estoque e distribuição. Esse problema integra dois conceitos vistos nessa pesquisa,

isto é, controle de estoque e o problema de roteamento do veículo, onde a seleção de rotas e a política de inventário são determinadas simultaneamente.

Considerando a proposta de integração de um terminal no complexo ferroviário Rumo em Rondonópolis/MT com uma indústria misturadora de fertilizantes a realização desse estudo permite compreender um modelo de distribuição foi verificado que é preciso cuidado na identificação dos fluxos operacionais existentes e correlacionar também os que precisam ser desenvolvidos a partir da nova misturadora.

O objetivo geral de realizar um estudo de viabilidade operacional e econômica da integração de um terminal de fertilizantes existente no complexo ferroviário Rumo, localizado em Rondonópolis/MT, com uma indústria misturadora de fertilizantes “bandeira-branca” a ser desenvolvida foi alcançado.

Na análise da viabilidade financeira proposta para este estudo, foram considerados fluxos de caixa e o cálculo dos indicadores de rentabilidade. A taxa mínima de atratividade: foi de 9,25% (Taxa SELIC Dezembro 2021); VPL foi de R\$ 53.723.747,22 em 15 anos e a TIR foi de 13,39%. Baseando-se no fluxo de caixa o payback foi no 13º ano.

Ficou constatado que a proposta é viável operacionalmente, com maior destaque à integração entre a operação do terminal e da misturadora no mesmo local o que acaba por proporcionar maior produtividade corroborada pela taxa comercial de 40,28% especialmente na eliminação de uma ponta rodoviária e na atividade de carga e descarga intermediária, além da redução na quantidade de ativos e de filas como resultado.

Na análise de viabilidade financeira o VPL foi de 53,7 milhões de reais em 15 anos, com uma TIR de 13,39% e payback de 13 anos como indicativo de atratividade para o investimento. Primando pela redução do payback para 10 anos, a estratégia de incorporação de 25% da

redução do frete do cliente no preço de venda médio no 1º ano refletindo diretamente nos indicadores financeiros.

Ficou concluído que a integração de um terminal do complexo ferroviário Rumo, localizado em Rondonópolis/MT com uma indústria misturadora de fertilizantes mostrou-se viável operacional e financeiramente, com evidente benefício para o cliente, proporcionando ganhos de qualidade, redução do custo logístico, além da postergação e/ou eliminação da demanda pela ampliação da capacidade produtiva. O melhor cenário é encontrar um compromisso entre o aumento do nível de serviço e o aumento do custo total, já que não existe nenhum cenário com o maior nível de serviço e o menor custo.

Sua viabilidade operacional foi constatada devido a aplicabilidade de uma solução técnica, da disponibilidade de recursos técnicos e expertise, sendo a viabilidade econômica confirmada pela medida do custo-efetividade de um projeto ou solução. Destaca-se que a análise custo-benefício do projeto ajuda as empresas a determinarem a viabilidade, o custo e os benefícios do projeto antes de investir recursos financeiros. Também serve como uma avaliação imparcial do projeto, reforçando a credibilidade do projeto, apoiando os tomadores de decisão na identificação dos benefícios econômicos favoráveis da solução proposta para a empresa. Já na avaliação operacional deve-se avaliar se, e, até que ponto, o projeto pode atender às necessidades da organização. Também analisam como um plano de projeto atende aos requisitos especificados durante a fase de análise de requisitos.

REFERÊNCIAS

ANDA – Associação Nacional de difusão de Adubos. **Consumo global de fertilizantes**. 2020. Disponível em: Acesso em: 11 de set. 2021.

ANDRADE, Clésio. **Pesquisa CNT de Ferrovias** - Brasília: CNT, 2016.

ANTT. **Transporte ferroviário no Brasil**. Disponível em: <http://www.antf.org.br/index.php/noticias/1931-o-que-fazer-para-salvar-o-transporte-ferroviario-no-brasil>. 2016. Acesso em: 03 de nov. 2021.

ARRMAZ. **Fluxo de processamento e distribuição de fertilizantes**. 2020. Disponível em: Acesso em: 11 de set. 2021.

BARROS, Jaíne Medeiros; VASCONCELOS, Giancarlo Ribeiro. **Análise de perdas durante o processo produtivo: estudo de caso em uma linha de fertilizantes**. 2014. <http://docplayer.com.br/69165448-Analise-de-perdas-durante-o-processo-produtivo-estudo-de-caso-em-uma-linha-de-fertilizantes-resumo.html>. Acesso em: 03 de nov. 2021.

BORÇA JR. G. R.; QUARESMA P. **Investimento em infraestrutura 2010-2013**. Brasília: BNDES, 22 fev. 2015 (Visão do Desenvolvimento, n. 77). Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/visao/visao_77.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2021.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2009.

CAIXETA FILHO, José. **Fertilizer Latino-Americano 2018**. Grupo ESALQ-LOG. Addressing Infrastructure Challenges and Logistical Constraints for the Movements of Fertilizers in Brazil. Disponível em: <http://bit.ly/2naKyCM>. Acesso em: 16 de set. 2021.

CAIXETA-FILHO, J. V. **Gestão logística do transporte de cargas**. 1ªed. São Paulo: Atlas, 2001.

CASTRO, N. **Privatização do Setor de Transportes no Brasil**. BNDES. 2019.

CAMPOS NETO, C. A. S. et al. **Gargalos e demandas da infraestrutura ferroviária e os investimentos do PAC: mapeamento Ipea de obras ferroviárias**. Brasília: Ipea, 2011.

CARMO, Renata Cristina; CAMPOS, Vania Barcelos Gouveia; GUIMARÃES, Jorge Eduardo. **Procedimento para avaliação de segurança para passagem de nível**. 2012. Disponível: www.anpet.org.br/ssat/interface/content/autor/trabalhos/publicacao/2007/12_AC.pdf Acesso em: 15 de nov. 2021.

CERVO, Armando; Luiz. BERVIAN, Pedro. A. **Metodologia científica**. 9.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2012.

COELHO, Leandro Callegari. **Situação do transporte ferroviário no Brasil**. 2013. <http://www.logisticadescomplicada.com/situacao-do-transporte-ferroviario-no-brasil/>. Acesso em: 02 de nov. 2021.

COMEXSTAT. **Mercado de fertilizantes**. 2020. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: 11 de set. 2021.

DAMINATO, B.; BENITIZ, L. **Caracterização das movimentações de fertilizantes no Brasil**. p. 28, 2015.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

FERNANDES, E.; GUIMARÃES, B. A.; MATHEUS, R. R. Principais empresas e grupos brasileiros do setor de fertilizantes. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 29, p. 203-228, mar. 2009.

FIA. Internacional Fertilizer Association – FIA. **Fertilizantes ao redor do mundo**. 2020. Disponível em: International Fertilizer Association: IFA <https://www.fertilizer.org>. Acesso em: 11 de set. 2021.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. (org.). **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GURNING, S., CAHOON, S., DRAGOVIC, B. and NGUYEN, H. O. Modelling of multi-mitigation strategies for maritime disruptions in the wheat supply chain, **Strojniški Vestnik-Journal of Mechanical Engineering**, Vol. 59, No. 9, pp. 499-510, 2013.

IBGE. **Safra de grãos**. 2013. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/15252-em-abril-ibge-preve-safra-de-graos-1-9-menor-que-a-de-2015>. Acesso em: 11 de set. 2021.

LANG, A. E. **As ferrovias no Brasil e avaliação econômica de projetos: uma aplicação em projetos ferroviários**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

LESSA, C. **Infraestrutura e Logística no Brasil**. In: CARDOSO, J. C. (Org.).

Desafios ao desenvolvimento brasileiro: contribuições do conselho de orientação do Ipea. Brasília: Ipea, 2009, p. 77-100.

LOGCOMEX. **Cadeia logística de fertilizantes**. 2020. Disponível em: <https://blog.logcomex.com/importacao-de-fertilizantes-entenda-o-panorama-brasileiro/>. Acesso em: 11 de set. 2021.

MAPA. **Estimativa da safra de grãos**. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 11 de set. 2021.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica: ciência e conhecimento científico, métodos científicos, teoria, hipóteses e variáveis**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

MARTEL, V.; VIEIRA, D. R. **Análise e projetos de redes logísticas**. São Paulo: Saraiva, 2018.

MORI, R. G.; RIQUETTI, A. Estação de Transbordo de Cargas como Mediador da Logística de Fertilizantes. **Revista De Administração Contemporânea**, 18(6), 748-771. <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac20141189>

PAPAGEORGIU, D. J., NEMHAUSER, G. L., SOKOL, J., CHEON, M. S. and KEHA, A. B. MIRPLib—A library of maritime inventory routing problem instances: Survey, core model, and benchmark results. **European Journal of Operational Research**, Vol. 235, No. 2, pp. 350-366, 2014.

PAOLINELLI, Alysso. **Vai faltar fertilizante em 2022?** 2021. Disponível em: revistacampoenegocios.com.br. Acesso em: 11 de set. 2021.

PÊGO, B. e CAMPOS NETO, C. A. S. **O PAC e o setor elétrico: desafios para o abastecimento do mercado brasileiro (2007-2010)**. Brasília: Ipea, fev. 2017.

PEREIRA, Alessandra Andrade. **Estratégia e Logística de Distribuição: Um Estudo de Caso do Segmento Industrial Brasileiro de Fertilizantes Nitrogenados**. **Revista Ciências Administrativas**, 26(3): 9350, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unifor.br/rca/article/download/e9350/pdf>. Acesso em: 11 de set. 2021.

RIBEIRO, Schiavon João Victor. **Solução logística para importação de fertilizantes - Estudo de caso para o Mato Grosso**. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Departamento de Economia, Administração e Sociologia Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial (ESALQ-LOG). Piracicaba – SP, 2017.

SANTOS, Uanderson. **Fertilizantes: mercado exige novas práticas na logística.** 2021. Disponível em: <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/fertilizantes-mercado-exige-novas-praticas-na-logistica/> Acesso em: 11 de set. 2021.

SILVA, D. R. G.; LOPES, A. S. **Princípios básicos para formulação e mistura de fertilizantes.** Lavras: UFLA, 2012. 46 p. Disponível em: <<http://livraria.editora.ufla.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-89.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2021.

SOUZA, R. A., Prates, H. F. **O Processo de Desestatização da RFFSA: Principais Aspectos e Primeiros Resultados,** 2015.

TEIXEIRA, P. P. C. **Mapeamento das unidades misturadoras de fertilizantes no estado no estado de Minas Gerais,** 2010.

TRAGE, Dayane Regina. **Estudo do mercado de fertilizantes no Brasil por meio de previsões estatísticas.** 2019. 130 f. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

YARA. **Fluxo logístico dos fertilizantes.** 2020. Disponível em: <https://www.yarabrasil.com.br/manuseio-de-fertilizantes>. Acesso em: 11 de set. 2021.



Para ser relevante.

atendimento@fdc.org.br

0800 941 9200

www.fdc.org.br

