

**CENTRO PAULA SOUZA
ETEC DE CUBATÃO
ENSINO TÉCNICO EM LOGÍSTICA**

Desafios Logísticos no Armazenamento e Movimentação de Nitrato de Amônio: Estudo de Caso do Acidente em Cubatão (2017).

Hanna dos Santos Barreto¹
Miguel Cruz Santos da Silva²
Thainara Cordeiro Bandeira³
Thaynara da Silva Aguiar Teles⁴

RESUMO

O nitrato de amônio é uma substância amplamente utilizada na agricultura e na indústria, sendo essencial para a produção de fertilizantes e explosivos. Entretanto, por ser uma substância oxidante, exige cuidados rigorosos durante o armazenamento e movimentação, já que falhas nesses processos podem acarretar grandes acidentes. Este artigo possui como objetivo analisar os desafios logísticos envolvidos no armazenamento e movimentação do nitrato de amônio, utilizando como base o acidente ocorrido no Polo Industrial de Cubatão em 2017. O trabalho justifica-se pela relevância econômica da substância e os riscos envolvendo o seu manuseio. A metodologia utilizada combina abordagens qualitativa e quantitativa, incluindo pesquisa bibliográfica, análise documental do acidente, aplicação de questionário à população e entrevista com profissional da área. Os resultados apontam que o armazenamento inadequado é percebido como um dos principais fatores de risco para a ocorrência de acidentes industriais, e parte significativa da população não possui conhecimento suficiente sobre o nitrato de amônio e o acidente estudado. Considera-se que a adoção de práticas logísticas seguras, o cumprimento das normas técnicas e a capacitação dos profissionais tem potencial para evitar acidentes industriais envolvendo produtos químicos perigosos.

PALAVRAS-CHAVE: Nitrato de Amônio. Logística. Armazenamento. Produtos Perigosos. Segurança Industrial.

ABSTRACT

Ammonium nitrate is a substance widely used in agriculture and industry, being essential for the production of fertilizers and explosives. However, as it is an oxidizing substance, it requires strict care during storage and handling, since failures in these processes can lead to major accidents. This article aims to analyze the logistical challenges involved in the storage and handling of ammonium nitrate, using as a basis the accident that occurred at the Cubatão Industrial Complex in 2017. This study is justified by the economic relevance of the substance and the risks associated with its handling. The methodology combines qualitative and quantitative approaches, including a literature review, documentary analysis of the accident, the application of a questionnaire to the population, and an interview with a professional in the field. The results indicate that inadequate storage is perceived as one of the main risk factors for the occurrence of industrial accidents, and that a significant portion of the population does not have sufficient knowledge about ammonium nitrate and the accident under study. It is

considered that the adoption of safe logistical practices, compliance with technical standards, and the training of professionals have the potential to prevent industrial accidents involving hazardous chemical products.

KEYWORDS: Ammonium Nitrate. Logistics. Storage. Hazardous Products. Industrial Safety.

¹Aluna do Curso Técnico em Logística, na Etec de Cubatão, hanna.barreto@aluno.cps.sp.gov.br

²Aluno do Curso Técnico em Logística, na Etec de Cubatão, miguel.silva139@aluno.cps.sp.gov.br

³Aluna do Curso Técnico em Logística, na Etec de Cubatão, thainara.bandeira@aluno.cps.sp.gov.br

⁴Aluna do Curso Técnico em Logística, na Etec de Cubatão, thaynara.teles@aluno.cps.sp.gov.br

INTRODUÇÃO

O Nitrato de Amônio (NH_4NO_3) é o insumo químico fundamental para a agricultura, sendo parte indispensável para a produção e economia do Brasil. Por ser a principal matéria-prima utilizada na fabricação de fertilizantes nitrogenados de alta eficiência e essencial para a produção de explosivos utilizados na mineração, este composto influencia a produção de grãos e, consequentemente, a inflação de alimentos.

Segundo o Agenda Brasil (2026), apesar de ser uma das maiores potências agrícolas mundiais, o Brasil consome cerca de 8% da demanda de fertilizantes nitrogenados do mundo, importando mais de 85% dos insumos nitrogenados que consome, devido à dependência do mercado exterior. Essa grande necessidade de importação e distribuição interna exige dos complexos industriais uma gestão de armazenagem e movimentação eficiente, devido à extensa demanda, que corresponde a milhares de toneladas de nitrato de amônio, primordial na garantia da produção do país.

Embora seja de extrema relevância econômica mundial, o nitrato de amônio possui características naturais que apresentam perigo acentuado e que, de forma alguma, podem ser negligenciadas. Não é denominado como agente tóxico, mas sim como oxidante, tendo plena capacidade de alimentar grandes incêndios e explosões violentamente.

O obstáculo reside quando é submetido a altas temperaturas, confinamentos ou contaminações com materiais orgânicos. Nessas situações, ele se decompõe de forma rápida e drástica, podendo causar grandes explosões. Esse processo libera gases altamente tóxicos e corrosivos, como os óxidos de nitrogênio (NO_x) e o gás amônia (NH_3), além do risco iminente de uma detonação em massa. Por isso, faz-se necessário minimizar qualquer falha na gestão ambiental do armazém, no controle de umidade e na prevenção contra incêndios, pois qualquer erro em uma dessas operações pode acarretar uma bomba-relógio química, com proporções quase irreversíveis.

Diante desse cenário, surge o problema: como os desafios logísticos relacionados ao armazenamento e à movimentação do nitrato de amônio podem contribuir para a ocorrência de acidentes industriais, considerando o caso de Cubatão (2017)?

Parte-se da hipótese de que as falhas no cumprimento das normas e procedimentos de armazenamento e movimentação do nitrato de amônio aumentam de forma significativa os riscos de acidentes industriais envolvendo produtos perigosos. Além disso, a capacitação dos profissionais e a adoção de práticas de segurança e gestão de riscos reduzem a probabilidade de eventos críticos. Assim como, as falhas nos processos logísticos e nos protocolos de segurança relacionados ao armazenamento e manuseio de substâncias perigosas no acidente ocorrido em Cubatão modificou e aumentou as medidas de prevenção dessas etapas logísticas. O objetivo deste estudo é analisar os desafios logísticos envolvidos no armazenamento de nitrato de amônio, trazendo o acidente no Polo Industrial de Cubatão (2017) como estudo de caso.

Para alcançar este objetivo, será preciso identificar os desafios e riscos logísticos associados ao armazenamento e à movimentação do nitrato de amônio, descrevendo as práticas dessas atividades, juntamente com a segurança, que são aplicadas à substância. Além disso, será feita uma análise da influência dos desafios logísticos no acidente de Cubatão, em 2017, e a identificação da percepção de profissionais da área (ou que possuíram contato com atividades envolvendo a substância) sobre os desafios logísticos e as medidas de prevenção de acidentes.

A escolha desse tema justifica-se pela importância do nitrato de amônio, que trata de um produto perigoso, para setores estratégicos da economia, especialmente a agricultura e a indústria, e pelos desafios logísticos relacionados ao seu armazenamento e movimentação. Nesse contexto, o estudo dos processos logísticos relacionados ao nitrato de amônio se faz relevante para compreender fatores que influenciam a integridade das operações de armazenamento e movimentação. Falhas nesses processos podem acarretar impactos significativos, como interrupções operacionais, danos ambientais, prejuízos econômicos e alto risco à saúde dos trabalhadores e moradores locais.

O acidente de Cubatão, em 2017, será usado neste trabalho como estudo de caso para evidenciar a importância da adoção de controles operacionais logísticos eficientes, manutenção preventiva, monitoramento contínuo das operações e do gerenciamento de riscos. Dessa forma, esta pesquisa busca contribuir para o entendimento dos desafios logísticos ligados ao nitrato de amônio e da importância de operações mais seguras e eficientes no armazenamento e movimentação desse produto.

A metodologia do presente trabalho divide-se em abordagem qualitativa e quantitativa, voltada para a análise das condições de armazenamento, movimentação e segurança do nitrato

de amônio. Também foi realizada a análise de documentos públicos, reportagens e informações referentes ao vazamento ocorrido em Cubatão, buscando compreender os fatores relacionados ao acidente e seus impactos.

Além disso, foi aplicado um formulário com perguntas destinadas a avaliar o nível de conhecimento da população local sobre o nitrato de amônio, seus riscos e o acidente ocorrido em 2017. Os resultados da pesquisa serão organizados por meio de gráficos e tabelas, permitindo interpretar a percepção dos participantes sobre os perigos associados ao composto e a importância das medidas preventivas. Também será realizada uma entrevista semiestruturada com profissionais envolvidos em atividades de movimentação e armazenamento de nitrato de amônio, visando compreender os desafios operacionais e as práticas de segurança adotadas.

Nesse contexto, o estudo se baseia em referenciais teóricos voltados à segurança, aos riscos e à logística de armazenamento. Segundo Ronald H. Ballou (1993), “Business logistics deals with all movement and storage activities that facilitate product flow from the point of acquisition of raw materials to the point of final consumption”. Dessa forma, é possível compreender que a logística é essencial para a segurança e eficiência do transporte, armazenamento e distribuição do nitrato de amônio, exigindo planejamento prévio, controle operacional e infraestrutura adequada. Isso demonstra que falhas nos processos logísticos podem potencializar acidentes e ampliar seus impactos.

O Center for Chemical Process Safety (2010) complementa essa ideia ao afirmar que “Process safety is a disciplined framework for managing the integrity of operating systems and processes handling hazardous substances”. A partir disso, entende-se que a segurança de processos consiste em um conjunto de práticas voltadas à preservação da integridade operacional de sistemas que manipulam substâncias perigosas. Com isso, torna-se de extrema importância a aplicação de protocolos rigorosos de controle, monitoramento e prevenção, visando reduzir riscos e evitar acidentes industriais de grandes proporções.

Além disso, Charles Perrow (1984) afirma que “Complex systems are inherently prone to accidents”, reforçando que ambientes industriais compostos por operações interligadas, equipamentos de alta complexidade e circulação de produtos perigosos possuem maior vulnerabilidade a falhas. Essa perspectiva contribui para a compreensão do acidente ocorrido em Cubatão, demonstrando que eventos dessa natureza podem ser resultado da interação entre falhas operacionais, estruturais e organizacionais.

2 DESENVOLVIMENTO

A logística é o conjunto de processos responsáveis por planejar, implementar e controlar o fluxo de bens, serviços e informações de uma empresa ou organização, desde o ponto de origem até o ponto de consumo final, suprimindo às necessidades do cliente de forma eficiente e eficaz. Para isso, ela engloba diversas atividades como gestão de estoque, transporte, processamento de pedidos, armazenagem e distribuição, integrando-as ao longo da cadeia de suprimentos.

A importância da logística está ligada de modo direto à eficiência operacional das empresas e sua capacidade de atender às demandas do mercado. Uma gestão logística apropriada contribui diretamente para a redução de custos, em decorrência da otimização de processos, da diminuição de desperdícios e do aproveitamento satisfatório dos recursos disponíveis. Além disso, possibilita o aumento da produtividade, a melhora da qualidade de serviços e a expansão da competitividade no mercado. Sua relevância econômica é perceptível e significativa, sendo considerada um dos pilares do desenvolvimento industrial e comercial. Segundo a pesquisa elaborada pela ILOS, estima-se que os custos logísticos representam 13,7% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. Isso demonstra o impacto estratégico dessa área para o desempenho contínuo das empresas e para o abastecimento dos mercados.

Entre as atividades dentro da logística, a armazenagem se destaca por ser responsável por guardar, organizar e controlar a movimentação de produtos até o momento da sua distribuição. A armazenagem consiste numa função estratégica que influencia diretamente a eficiência da cadeia de suprimentos. A execução correta desta etapa permite manter níveis adequados de estoque, garantir disponibilidade de mercadorias, reduzir perdas e facilitar a fluidez operacional das organizações.

A gestão eficiente dos armazéns também contribui para a redução de custos, já que evita tanto a falta quanto o excesso de produtos em estoque, situações que comprometem o desempenho financeiro e operacional das empresas. Além disso, sistemas de armazenagem bem desenvolvidos proporcionam maior flexibilidade para atender às variações da demanda, expansão do mercado e necessidades específicas dos clientes. Com isso, a armazenagem se torna um fator crucial para a qualidade do serviço logístico, garantindo rapidez, precisão e confiabilidade das operações de distribuição.

Outro aspecto importante refere-se ao cumprimento das normas de segurança e regulamentações aplicáveis a tipos específicos de produto. Em instâncias onde lidam com substâncias químicas, produtos farmacêuticos, alimentos ou materiais perigosos, o armazenamento deve possuir rigores para garantir a integridade dos produtos e a segurança das

pessoas e do meio ambiente. Nesse caso, a armazenagem passa a desempenhar papel primordial na prevenção de acidentes e na gestão de riscos.

Os produtos perigosos possuem características que podem provocar incêndios, explosões, intoxicações e contaminações ambientais quando manuseadas ou armazenadas incorretamente, por isso o seu armazenamento exige uma atenção especial. Em ambientes industriais e logísticos, a gestão desses materiais deve considerar fatores como ventilação, temperatura, umidade, segregação de substâncias incompatíveis, sinalização visível e sistemas de emergência eficientes, tendo como principal objetivo minimizar os riscos e garantir a segurança em todas as etapas da operação logística.

Esses produtos são caracterizados internacionalmente de acordo com o risco que apresentam. Entre essas categorias, destaca-se a Classe 5.1, correspondente às substâncias oxidantes. Essas substâncias podem liberar oxigênio ou intensificar combustões, favorecendo a propagação de incêndios e explosões, aumentando a intensidade das reações químicas quando entram em contato com materiais combustíveis ou inflamáveis. Apesar de não serem necessariamente inflamáveis, sua capacidade de acelerar a combustão torna imprescindível a adoção de medidas rigorosas de controle e armazenamento.

Para assegurar a segurança das substâncias oxidantes, os locais de armazenamento devem ser estruturados seguindo requisitos específicos, entre eles o distanciamento de materiais incompatíveis, controle das condições ambientais, utilização de estruturas resistentes ao fogo e a manutenção de espaços adequados para circulação e monitoramento. Além disso, é fundamental que os profissionais envolvidos sejam direcionados a fazer treinamento específico sobre riscos químicos envolvendo o manuseio desses materiais, uma vez que falhas humanas também são um dos principais fatores que podem acarretar acidentes envolvendo produtos perigosos.

Inúmeros acidentes industriais ao longo da história demonstram as consequências do armazenamento inadequado de produtos perigosos, principalmente os oxidantes. Em muitos casos, pequenos incêndios se transformaram em grandes catástrofes devido à presença de produtos sem a condição mínima de segurança. Esses acontecimentos influenciaram a criação e o desenvolvimento de normas técnicas extremamente rigorosas, reforçando a importância da logística na prevenção de riscos industriais em larga escala.

Diante desse contexto, algumas substâncias classificadas como produtos perigosos exigem atenção especial devido à sua ampla utilização no meio industrial e ao potencial de risco envolvendo o seu armazenamento. Nessas situações, o controle logístico rigoroso se faz

indispensável para garantir a segurança operacional e prevenir acidentes de proporções avantajadas.

O Nitrato de Amônio (NH_4NO_3) é um sal inorgânico sólido que se apresenta na forma de grânulos brancos ou cristais incolores, sendo produzido industrialmente pelo processo Haber-Bosch, envolvendo a neutralização do ácido nítrico com amônia. Sua composição química é formada por aproximadamente 50% de nitrogênio na forma nítrica, de rápida absorção pelas plantas, e 50% na forma amoniacal, que é liberada gradativamente no solo. Além disso, refere-se a uma substância altamente solúvel em água e higroscópica, o que faz com que absorva a umidade do ambiente com facilidade.

A principal importância do nitrato de amônio está relacionada ao setor agrícola, sendo amplamente utilizado como fertilizante nitrogenado em razão da sua grande eficiência no fornecimento de nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento das culturas. Seu uso contribui significativamente para o aumento da produtividade agrícola, tornando-se um insumo estratégico e indispensável para a produção de alimentos no mundo. Portanto, suas aplicações não se limitam apenas à agricultura. O nitrato de amônio também é aplicado na indústria de mineração e construção civil, atuando como peça fundamental na produção de explosivos utilizados em desmontes de rochas e obras de infraestrutura. Também é empregado como matéria-prima para produção de óxido nítrico, como anestésico na área da saúde; além de possuir aplicações em processos industriais variados, como tratamento de efluentes, produção de antibióticos, leveduras e propelentes.

Devido à sua vasta utilização e ao seu potencial de risco quando submetido a condições inadequadas, o nitrato de amônio exige cuidados especiais e rigorosos em sua armazenagem e movimentação. No Brasil, o armazenamento seguro de produtos químicos é regulamentado pela ABNT NBR 17160:2024, enquanto a fiscalização do nitrato de amônio é feita pelo Exército Brasileiro. As instruções técnicas apontam que a substância seja armazenada em locais frescos, secos, ventilados e protegidos por intempéries. As instalações devem possuir estrutura adequada, de preferência em instaurações térreas, com pisos de materiais não inflamáveis e sem sistemas que propiciem o acúmulo do produto em caso de incêndio. Além disso, é necessário manter o nitrato de amônio distante de substâncias combustíveis, inflamáveis, metais em pó e fontes de aquecimento, para assim minimizar a probabilidade de reações perigosas.

Apesar de ser considerado estável em condições adequadas de armazenamento, o nitrato de amônio pode apresentar riscos significativos quando submetido a situações desfavoráveis. Dentre esses riscos, destaca-se o risco de explosão, especialmente quando ocorre contaminação por materiais combustíveis ou exposição a temperaturas elevadas sob condições de

confinamento. A decomposição térmica é outra grande ameaça, que pode ocorrer em altas temperaturas, liberando gases tóxicos, como o óxido de nitrogênio e gás amônia, capazes de causar danos graves à saúde humana. Além disso, falhas operacionais durante a movimentação do produto, como o superaquecimento causado pelo atrito, ou de componentes mecânicos em sistemas transportadores, são identificados como fatores determinantes em acidentes industriais.

Nesse contexto, a gestão logística do nitrato de amônio apresenta desafios importantes relacionados à segurança operacional e ao controle de riscos. Um dos principais desafios é garantir a manutenção das condições adequadas de armazenamento, principalmente em grandes estoques, onde fatores como umidade, ventilação e monitoramento periódico devem ser rigidamente controlados. A propriedade higroscópica do nitrato de amônio exige cuidados adicionais para evitar o empedramento e o depreciação da qualidade do material, demandando embalagens apropriadas e controle ambiental contínuo e eficiente. Outro aspecto importante está relacionado à segurança das áreas industriais urbanas. Em cidades como Cubatão, onde várias atividades industriais são realizadas próximas a áreas habitadas e importantes corredores logísticos, qualquer incorreção no armazenamento ou na movimentação do nitrato de amônio pode gerar consequências que excedem os limites de instalação, afetando trabalhadores, comunidades próximas, o meio ambiente e a infraestrutura local. Dessa forma, a prevenção de acidentes não depende apenas do cumprimento assertivo das normas técnicas, mas também de um sistema eficiente e capaz de gerenciar os riscos e monitorar continuamente as operações.

No Brasil, a importância do nitrato de amônio se dá, sobretudo, pela forte dependência do agronegócio em relação aos fertilizantes nitrogenados. O produto é generosamente utilizado em culturas como soja, milho, café e cana-de-açúcar, essenciais para a economia nacional. Entretanto, o país depende substancialmente da importação de matérias-primas nitrogenadas, o que torna vulnerável às mudanças do mercado internacional. Essa dependência mostra a necessidade de fortalecer a produção nacional e aprimorar a infraestrutura logística ligada ao armazenamento e distribuição desse insumo.

A significância do gerenciamento seguro do nitrato de amônio se torna ainda mais pertinente quando observadas as eventualidades envolvendo a substância. Casos como o acidente ocorrido em Cubatão, São Paulo, no ano de 2017, evidenciam as consequências que as negligências operacionais e inadequações nos processos envolvendo armazenagem e movimentação podem ocasionar. Esse acidente reforça a vasta necessidade da adoção de

medidas preventivas, sistemas de monitoramento eficazes e cumprimento dos rigores das normas de segurança.

Ainda que o nitrato de amônio simbolize um recurso essencial para os setores econômicos, continua sendo um produto que demanda nível elevado de controle logístico. A complexidade do seu gerenciamento evidencia a importância de técnicas adequadas de armazenamento, transporte e fiscalização, tornando a logística um pilar fundamental para a prevenção de acidentes e para a garantia de segurança operacional durante todo o processo da cadeia de suprimentos.

Diante desse contexto, o acidente registrado em Cubatão, em 2017, comprova que falhas relacionadas à armazenagem, movimentação e monitoramento do nitrato de amônio podem comprometer diretamente a segurança operacional. Assim, analisar esse evento é essencial para compreender a importância da logística na mitigação de ameaças envolvendo produtos perigosos.

2.1 Estudo de Caso: Incêndio na Vale Fertilizantes em Cubatão (2017)

No dia 5 de janeiro de 2017, por volta das 15 horas, ocorreu uma explosão que desencadeou um incêndio na Unidade 2 da empresa Vale Fertilizantes, localizada às margens da Rodovia Cônego Domênico Rangoni, na Vila Parisi, em Cubatão. O incidente causou uma grande nuvem de fumaça alaranjada, que pôde ser observada em diversas cidades da Baixada Santista. De acordo com as informações obtidas através do G1, o incêndio teve início em uma correia transportadora que alimentava um dos armazéns de nitrato de amônio. Como consequência, ocorreu o vazamento de cerca de 10 mil toneladas da substância. A situação agravou-se de tal forma que exigiu uma ampla mobilização das autoridades. Aproximadamente 80 bombeiros e 35 viaturas, sendo a maioria proveniente da cidade de São Paulo, atuaram no controle do incêndio com o apoio da Brigada de Incêndio da empresa. Como medida preventiva, a unidade foi evacuada, assim como empresas vizinhas, entre elas Yara, Cesari e Usiminas. Também foi necessária a evacuação de mais de 200 moradores da comunidade Mantiqueira para locais seguros. O acidente também provocou impactos significativos na logística da região. A Rodovia Cônego Domênico Rangoni precisou ser interditada nos dois sentidos, visando garantir a segurança da população e das equipes envolvidas na ocorrência. Além disso, o Canal do Porto de Santos permaneceu fechado para navegação durante determinado período, como

medida preventiva diante da fumaça que se espalhava pela região. Posteriormente, o Ministério Público Federal em Santos instaurou um inquérito para investigar as causas do acidente e avaliar a extensão dos danos ambientais e dos possíveis impactos à saúde pública. O órgão destacou a necessidade de apurar eventuais casos de negligência, considerando os riscos impostos aos trabalhadores e à população. Durante o período de investigação, a CETESB e a Defesa Civil acompanharam a empresa e suas ações, monitorando a dissipação dos gases e os possíveis danos residuais decorrentes do acidente.

2.2 Problema

O acidente apresentou riscos relevantes relacionados à saúde pública, ao meio ambiente e à segurança operacional, evidenciando os perigos associados ao armazenamento e ao manuseio de grandes quantidades de nitrato de amônio.

A fumaça alaranjada observada durante o incêndio era composta por óxidos de nitrogênio, formados em decorrência da elevada temperatura e da decomposição térmica do nitrato de amônio. A exposição a essas substâncias pode causar irritação das vias respiratórias, incluindo nariz, garganta, traqueia e pulmões, além de sintomas como tosse, dor de garganta, dificuldade respiratória e irritação ocular. Apesar de não terem sido registradas mortes ou feridos graves entre funcionários, moradores e profissionais envolvidos na ocorrência, um bombeiro apresentou mal-estar após inalar a fumaça durante as operações de combate ao incêndio.

No âmbito ambiental, especialistas alertaram para os possíveis impactos decorrentes da liberação de óxidos de nitrogênio na atmosfera. A interação desses compostos com a umidade presente no ar poderia favorecer a formação de chuva ácida, causando danos à vegetação local. Além disso, devido à elevada solubilidade desses poluentes em água, existia o risco de contaminação do lençol freático. Outro fator de preocupação estava relacionado à dispersão da fumaça pelo vento, ampliando a extensão da área potencialmente afetada.

Outro aspecto de grande relevância envolvia os riscos de explosão associados ao nitrato de amônio. Trata-se de uma substância com elevado potencial explosivo quando submetida a condições de calor intenso e confinamento. Por conta desse risco, o Corpo de Bombeiros desempenhou papel fundamental ao adotar medidas rigorosas de isolamento da área afetada, buscando reduzir as fontes de perigo e evitar a ocorrência de explosões secundárias que poderiam ampliar os danos e comprometer a segurança de todo o Polo Industrial de Cubatão.

Com o objetivo de avaliar o nível de conhecimento da população sobre nitrato de amônio, dos riscos associados ao armazenamento e do acidente ocorrido em Cubatão, foi realizada uma pesquisa de campo com 113 respostas.

A primeira questão perguntava sobre o conhecimento das pessoas sobre a substância. Os resultados demonstraram que 54% das pessoas entrevistadas possuem um conhecimento do composto, enquanto 36,3% já ouviram falar, mas não sabem do que se trata. Apenas 9,7% disseram que nunca ouviram falar sobre o nitrato de amônio. Esses dados podem afirmar que o tema possui certa relevância e visibilidade da população. Porém, ainda há um elevado número de entrevistados que não tem um significativo conhecimento, apenas superficialmente. Isso demonstra que existe uma limitação para compreensão de suas características e riscos associados.

Na segunda pergunta, os participantes foram questionados sobre o que eles compreendiam de riscos associados ao nitrato de amônio. As respostas puderam dizer que os participantes associam a problemas respiratórios (48,9%), explosões ou incêndios (48,9%), contaminação do meio ambiente (47,8%) e intoxicação (46,9%). A irritação nos olhos obteve menos respostas (41,6%), enquanto 26,5% das pessoas afirmaram não conhecer os riscos. É possível perceber que grande parte das pessoas tem conhecimento correto sobre os riscos à saúde humana, ao meio ambiente e à segurança operacional. Contudo, o fato de uma parcela dos participantes não conhecer, pode afirmar a existência de um déficit informacional sobre o tema.

A terceira pergunta procurou entender os fatores que podem causar acidentes industriais envolvendo produtos químicos de acordo com a percepção dos participantes. O armazenamento incorreto foi o mais citado com 79,6% dos entrevistados. Em seguida, foi apresentado a falta de manutenção dos equipamentos (68,1%), os erros de profissionais (53,1%), equipamentos antigos (40,7%) e as falhas no transporte (38,9%). Apenas 8,8% das pessoas responderam não saber identificar as possíveis causas de acidentes. Esse resultado é extremamente relevante para a pesquisa, reforçando a percepção de que o armazenamento constitui o maior risco nas instalações industriais. A elevada quantidade de pessoas com essa resposta, pode contribuir para a associação de práticas logísticas para a prevenção de acidentes.

Na quarta questão, a questão levantada era o conhecimento das pessoas sobre o acidente ocorrido no Polo Industrial de Cubatão em 2017. Os resultados mostram que 58,4% não conheciam o ocorrido e 41,6% afirmaram conhecer o caso. Os dados revelam que, apesar de uma grande repercussão regional do incidente, boa parte das pessoas desconhecem o acidente. Esse resultado reforça a falta de informação acerca dos casos ocorridos numa cidade com um

vasto número de empresas petroquímicas. Também mostra que acidentes sem número significativo de mortes ou grandes impactos caem em esquecimento com facilidade.

Para finalizar, a quinta pergunta avaliou a capacidade de Cubatão em lidar com acidentes industriais de grande porte. Os resultados trouxeram uma perspectiva negativa, cerca de 40,7% das pessoas acreditam que Cubatão está parcialmente preparada, enquanto 38,9% consideram que não está preparada. Somente 16,8% afirmam não possuir conhecimento suficiente para afirmar. Apesar de parte dos entrevistados reconhecer a existência de estruturas de prevenção, existe um elevado percentual de respostas negativas que demonstram a preocupação da população com a segurança industrial.

Os dados evidenciam que existe uma percepção razoável dos riscos associados ao nitrato de amônio. Mas, também revelam as limitações importantes no conhecimento técnico da população, especificamente sobre a substância e o acidente ocorrido em 2017. Os resultados demonstram a necessidade da disseminação de informações e maior conscientização das pessoas sobre segurança, logística de produtos perigosos e prevenção de acidentes. Além disso, os resultados colaboram para o nosso trabalho que destaca o armazenamento como a etapa com mais necessidade de atenção da cadeia logística quando se fala de produtos perigosos. Dessa forma, pode-se dizer que a logística desempenha papel fundamental no auxílio da segurança industrial, sendo indispensável para garantir a integridade das operações, a proteção da população e a preservação do meio ambiente.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o trabalho que a logística exerce um papel essencial na prevenção de acidentes perigosos, principalmente envolvendo produtos perigosos, apresentando que falhas operacionais, armazenamento incorreto e problemas nos procedimentos de segurança e gestão de riscos podem potencializar a gravidade de um possível acidente, aumentando os riscos à saúde, ao meio ambiente e às operações industriais. Os resultados obtidos nos permitiram identificar os principais desafios associados ao nitrato de amônio, assim como descrever também as práticas de segurança adotadas para o seu armazenamento e movimentação. Além disso, a análise realizada do caso de Cubatão no ano de 2017 demonstrou que a adoção de controles operacionais corretos, manutenção e monitoramento adequados e gerenciamento de riscos são fatores essenciais para a redução da probabilidade e da potencialização da gravidade de acidentes. A pesquisa de campo nos permitiu complementar a análise ao mostrar que a população reconhece a importância do armazenamento de produtos perigosos, embora ainda

possuam um conhecimento limitado sobre o conhecimento da substância, seus riscos e também do acidente estudado. Esses resultados apresentam a importância da informação e da conscientização sobre segurança industrial.

Dessa forma, conseguimos responder o nosso problema de pesquisa ao mostrar que os desafios logísticos podem contribuir para a ocorrência de acidentes industriais acompanhados de medidas de controle e prevenção falhos. Nossos objetivos específicos também foram atingidos, uma vez que todos eles foram identificados e analisados de maneira correta. Nas hipóteses propostas, os resultados permitiram que seja confirmado que o descumprimento de normas e procedimentos aumenta os riscos operacionais, enquanto a capacitação de profissionais é essencial para mitigar os riscos, junto de adoção de práticas de segurança. Além disso, o estudo de caso permitiu que seja reforçado a necessidade de aperfeiçoamento dos protocolos de prevenção e gerenciamento de riscos. Assim, podemos concluir que a integração da logística, segurança de processos e gestão de riscos se torna indispensável para a realização de operações de sucesso envolvendo nitrato de amônio. Nesse contexto, o fortalecimento de medidas e o cumprimento eficiente das normas técnicas se apresentam como elementos fundamentais para proteger pessoas, meio ambiente e o polo industrial.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. Cetesb emitirá laudo sobre impactos ambientais do incêndio na Vale em Cubatão. 2017. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-01/cestesb-emitira-laudo-sobre-impactos-ambientais-do-incendio-na-vale-em-cubatao>. Acesso em: 15 maio 2026.

AGÊNCIA BRASIL. Incêndio em Cubatão chega ao fim e 218 pessoas voltam para casa. 2017. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-01/incendio-em-cubatao-chega-ao-fim-e-218-pessoas-voltam-para-casa>. Acesso em: 15 maio 2026.

AGÊNCIA BRASIL. Petrobras retoma fábricas de fertilizantes para atender 35% da demanda. 2026. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2026-05/petrobras-retoma-fabricas-de-fertilizantes-para-atender-35-da-demanda>. Acesso em: 16 maio 2026.

AGROLINK. Nitrato de amônio. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/adubacao-mineral/nitrato-de-amonio_464690.html. Acesso em: 17 maio 2026.

AMBIENTE LEGAL. Incêndio na Vale Fertilizantes em Cubatão. Disponível em: <https://www.ambientelegal.com.br/incendio-na-vale-fertilizantes-em-cubatao>. Acesso em: 19 maio 2026.

AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS (AIChE). Center for Chemical Process Safety (CCPS). Disponível em: <https://www.aiche.org/ccps>. Acesso em: 24 maio 2026.

ÂMBITO. NBR 17160:2024. Disponível em: <https://ambito.com.br/nbr-171602024/>. Acesso em: 18 maio 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA (ABIQUM). SASSMAQ – Sistema de Avaliação de Saúde, Segurança, Meio Ambiente e Qualidade. Disponível em: <http://www.sassmaq.org.br/>. Acesso em: 23 maio 2026.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS (ANDA). Guia técnico para armazenagem, manuseio e transporte seguro do nitrato de amônio. São Paulo: ANDA, 2024. Disponível em: <https://anda.org.br/wp-content/uploads/2024/09/Guia-Tecnico-Armazenagem-Manuseio-e-Transporte-Seguro-do-Nitrato-de-Amonio.pdf>. Acesso em: 20 maio 2026.

BALLOU, Ronald H. Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 1993.

BRASIL ESCOLA. Nitrato de amônio. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/nitrato-de-amonio.htm>. Acesso em: 19 maio 2026.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Ficha de informação: nitrato de amônio. Disponível em: https://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=NITRATO%20DE%20AM%C3%94NIO. Acesso em: 22 maio 2026.

CNN BRASIL. Porto de Santos recebeu mais de 161 mil toneladas de nitrato de amônio em 2020. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/porto-de-santos-recebeu-mais-de-161-mil-toneladas-de-nitrato-de-amonio-em-2020/>. Acesso em: 20 maio 2026.

DATABRIDGE MARKET RESEARCH. Global ammonium nitrate market. Disponível em: <https://www.databridgemarketresearch.com/pt/reports/global-ammonium-nitrate-market>. Acesso em: 21 maio 2026.

DEUTSCHE WELLE (DW). O que torna o nitrato de amônio tão perigoso? Disponível em: <https://amp.dw.com/pt-br/o-que-torna-o-nitrato-de-am%C3%B4nio-t%C3%A3o-perigoso/a-54446085>. Acesso em: 20 maio 2026.

EMBTEC. Tudo sobre nitrato de amônio. Disponível em: <https://www.embtec.com.br/br/noticias/interna/tudo-sobre-nitrato-de-amonio-223>. Acesso em: 22 maio 2026.

EUROCHEM. Nitrato de amônio. Disponível em: <https://www.eurochemsam.com/formulacao/nitrato-de-amonio/>. Acesso em: 18 jun. 2026.

FORTUNE BUSINESS INSIGHTS. Ammonium nitrate market. Disponível em: <https://www.fortunebusinessinsights.com/pt/ammonium-nitrate-market-102305>. Acesso em: 15 maio 2026

G1. Autoridade Portuária de Santos fala em monitoramento rigoroso de nitrato de amônio. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/porto-mar/noticia/2020/08/06/autoridade-portuaria-de-santos-fala-em-monitoramento-rigoroso-de-nitrato-de-amonio.ghtml>. Acesso em: 01 jun. 2026.

G1. Brasil importa cerca de 1 milhão de toneladas de nitrato de amônio por ano; controle é feito pelo Exército. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2020/08/05/brasil-importa-cerca-de-1-milhao-de-toneladas-de-nitrato-de-amonio-por-ano-controle-e-feito-pelo-exercito.ghtml>. Acesso em: 07 jun 2026.

G1. Incêndio atinge unidade da Vale Fertilizantes em Cubatão (SP). 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2017/01/incendio-atinge-unidade-da-vale-fertilizantes-em-cubatao-sp.html>. Acesso em: 26 maio 2026.

G1. Maior fornecedor de fertilizantes do Brasil, Rússia interrompe exportações de nitrato de amônio por um mês. 2026. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2026/03/24/maior-fornecedor-de-fertilizantes-do-brasil-russia-interrompe-exportacoes-de-nitrato-de-amonio-por-um-mes.ghtml>. Acesso em: 22 maio 2026.

G1. Vazamento de amônia contamina rio e causa morte de peixes em Cubatão. 2016. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2016/08/vazamento-de-amonia-contamina-rio-e-causa-morte-de-peixes-em-cubatao.html>. Acesso em: 08 jun 2026.

INCAPER – INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Nitrato de amônio na agricultura: uso do fertilizante não oferece perigo. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/Not%C3%ADcia/nitrato-de-amonio-na-agricultura-uso-do-fertilizante-nao-oferece-perigo>. Acesso em: 26 maio 2026.

INFOMONEY. Rússia: exportação de nitrato de amônio é suspensa por um mês ante crise global. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/mundo/russia-exportacao-de-nitrato-de-amonio-e-suspensa-por-um-mes-ante-crise-global/>. Acesso em: 15 maio 2026.

LEL AMBIENTAL. Vazamento de gás de amônia mobiliza equipes de emergência no Polo Industrial de Cubatão (SP). Disponível em: <https://lelambiental.com.br/noticias/vazamento-de-gas-de-amonia-mobiliza-equipes-de-emergencia-no-polo-industrial-de-cubatao-sp/>. Acesso em: 03 jun. 2026.

METRÓPOLES. Incêndio atinge empresa de fertilizantes em Cubatão (SP). Disponível em: <https://www.metropoles.com/brasil/incendio-atinge-empresa-de-fertilizantes-em-cubatao-sp>. Acesso em: 10 jun 2026.

MUNDO EDUCAÇÃO. Nitrato de amônio. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/nitrato-de-amonio.htm>. Acesso em: 27 maio. 2026.

MUNDO LOGÍSTICA. O que é logística e como funciona. Disponível em: <https://mundologistica.com.br/glossario/o-que-e-logistica-como-funciona>. Acesso em: 01 jun. 2026.

PERROW, Charles. Normal accidents: living with high-risk technologies. Princeton: Princeton University Press, 1999.

PUCRS – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL. Nitrato de amônio: qual o risco de seu uso? Disponível em: <https://www.pucrs.br/mct/nitrato-de-amonio-qual-o-risco-de-seu-uso/>. Acesso em: 29 maio 2026

SCIENCEAQ. O que acontece quando o nitrato de amônio explode? Disponível em: <https://pt.scienceaq.com/Chemistry/1004208490.html>. Acesso em: 22 maio. 2026.

SENIOR SISTEMAS. Armazenagem logística: conceito e importância. Disponível em: <https://www.senior.com.br/blog/armazenagem-logistica>. Acesso em: 02 jun. 2026.

SWISS RE CORPORATE SOLUTIONS. Armazenamento de nitrato de amônio. Disponível em: <https://corporatesolutions.swissre.com/brasil-seguros/conhecimento/engenharia-de-riscos/armazenamento-de-nitrato-de-amonio.html>. Acesso em: 05 jun. 2026.

YARA BRASIL. Precaução e segurança de fertilizantes. Disponível em: <https://www.yarabrasil.com.br/nutricao-de-plantas/manuseio-de-fertilizantes/precaucao-e-seguranca-de-fertilizantes/>. Acesso em: 03 jun. 2026.

