

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

Faculdade de Tecnologia de Mauá

Curso Superior de Tecnologia em Logística

Joab Alves De Farias

Pablo Antonio De Oliveira Gonçalves

Vitória Cruz Marcondes

AVALIAÇÃO DO USO DA TECNOLOGIA

VANTS NA LOGÍSTICA HUMANITÁRIA E SEU IMPACTO NO LEAD TIME

Um estudo comparativo das enchentes no Rio Grande do Sul

Mauá / SP

2025

Joab Alves De Farias
Pablo Antonio De Oliveira Gonçalves
Vitória Cruz Marcondes

**AVALIAÇÃO DO USO DA TECNOLOGIA
VANTS NA LOGÍSTICA HUMANITÁRIA E SEU IMPACTO NO LEAD TIME**
Um estudo comparativo das enchentes no Rio Grande do Sul

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentada à Faculdade de
Tecnologia de Mauá, como
exigência parcial para obtenção do
título de Tecnólogo em Logística,
sob a orientação do professor Dr.
Mauro Araújo de Sousa.

Mauá / SP

2025

Autorizo a reprodução e a divulgação deste trabalho, no todo ou em parte, por qualquer meio convencional ou eletrônico, exclusivamente para fins de estudo e pesquisa, desde que a fonte seja citada.

Catálogo-na-Publicação – Biblioteca Fatec Mauá

363.34098165

F224a Farias, Joab Alves de.

Avaliação do uso da tecnologia VANTs na logística humanitária e seu impacto no *lead time*: um estudo comparativo das enchentes no Rio Grande do Sul / Joab Alves de Farias, Pablo Antonio de Oliveira Gonçalves, Vitória Cruz Marcondes. – 2025.
62 p.: il.; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Araujo de Sousa.

Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Logística) – Faculdade de Tecnologia de Mauá.
Inclui referências.

1. Logística humanitária. 2. Drones. 3. *Lead time*. 4. Desastres naturais. 5. VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados). I. Gonçalves, Pablo Antonio de Oliveira. II. Marcondes, Vitória Cruz. III. Sousa, Mauro Araujo de. IV. Título.

CDD 23. : Calamidades públicas: Rio Grande do Sul 363.34098165

Logística: entrega de mercadorias 658.788

Elaborada por Tatiana Sambinelli CRB-8 SP-011003/O

Joab Alves De Farias
Pablo Antonio De Oliveira
Gonçalves Vitória Cruz Marcondes

**AVALIAÇÃO DO USO DA TECNOLOGIA
VANTS NA LOGÍSTICA HUMANITÁRIA E SEU IMPACTO NO LEAD TIME**
Um estudo comparativo das enchentes no Rio Grande do Sul

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentada à Faculdade de
Tecnologia de Mauá, como
exigência parcial para obtenção do
título de Tecnólogo em Logística.

Aprovação em: 05/12/2025

Banca examinadora ou pareceristas:

Prof. Dr. Mauro Araújo de Sousa
Orientador
FATEC Mauá

Prof. Me. Antonio Youssef
Avaliador
FATEC Mauá

Prof. Me. Douglas Leonardo de Lima
Avaliador
FATEC Mauá

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Faculdade de Tecnologia de Mauá (Fatec Mauá) / SP por nos acolher em todo o nosso percurso na graduação tecnológica!

Agradecemos todo o corpo docente do Curso Superior de Tecnologia em Logística da Fatec Mauá / SP!

Agradecemos todo corpo administrativo e a todos os colaboradores da Fatec Mauá / SP, assim como a todos aqueles que trabalham na Instituição de Ensino Superior na condição de terceiros!

Agradecemos às nossas famílias pelo incentivo e apoio de sempre!

Agradecemos ao Prof. Dr. Mauro Araujo de Sousa, nosso orientador e formador! Somo-lhes grato por aceitar de bom grado essa tarefa da orientação, pelo cuidado e pela sua dedicação!

Agradecemos à Bibliotecária Tatiana Sambinelli por todo o seu apoio como nossa coorientadora neste Trabalho de Conclusão de Curso! E, também, pela sua dedicação e cuidado! Ela é imprescindível em sua função para a Fatec Mauá / SP!

Agradecemos ao Prof. Me. Antonio Youssef por aceitar fazer parte da banca de defesa do nosso TCC, o qual foi nosso professor no curso e com o qual muito aprendemos!

Agradecemos ao Prof. Me. Douglas Leonardo de Lima pelo aceite em, também, fazer parte da banca de defesa do nosso TCC. Foi nosso professor no curso e, certamente, agradecemos por tudo que ele nos ensinou!

Agradecemos, enfim, a todos os colegas de curso, os quais nos foram solidários nessa nossa caminhada acadêmica! E, em especial, agradecemos à colega de classe Isabella da Conceição Oliveira por sua colaboração junto a nós neste trabalho!

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar o uso dos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) na logística humanitária e seu impacto na redução do *lead time* em operações emergenciais, como desastres naturais, com foco nas enchentes ocorridas no estado do Rio Grande do Sul, em 2024. A pesquisa foi desenvolvida por meio de um estudo de caso comparativo entre cenários semelhantes, com e sem o uso dessa tecnologia. Para isso, foi realizada uma pesquisa de caráter descritivo e de abordagem qualitativa, fundamentada em revisão bibliográfica. Os resultados evidenciam que a utilização dos VANTs proporcionou maior agilidade no mapeamento das áreas afetadas pelas enchentes, na entrega de suprimentos e na coleta de dados em tempo real, o que contribuiu para a agilidade das ações de resposta. Observou-se ainda que o uso dessa tecnologia reduziu de forma significativa o tempo de resposta e aumentou a precisão das informações em regiões de difícil acesso. Com isso, foram identificados desafios como a ausência de regulamentação específica e escassez de profissionais para operar esses equipamentos em situações emergenciais. Conclui-se que a integração dos VANTs à logística humanitária representa um avanço estratégico, capaz de otimizar recursos, fortalecer a gestão de emergências e favorecer operações mais sustentáveis e assertivas diante do aumento dos desastres naturais no Brasil.

Palavras-chave: logística humanitária; drones; lead-time; desastres naturais; vants.

ABSTRACT

This study aims to analyze the use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in humanitarian logistics and their impact on reducing *lead time* in emergency operations, such as natural disasters, with a focus on the floods that occurred in the state of Rio Grande do Sul, Brazil, in 2024. The research was developed through a comparative case study between similar scenarios, with and without the use of this technology. To this end, a descriptive and qualitative study was conducted, based on a bibliographic review. The results show that the use of UAVs provided greater agility in mapping the affected areas, delivering supplies, and collecting real-time data, thus contributing to the efficiency of response actions. It was also observed that the use of this technology significantly reduced response time and increased the accuracy of information in regions with difficult access. Furthermore, challenges were identified, such as the lack of specific regulations and the shortage of trained professionals to operate these devices in emergency situations. It is concluded that the integration of UAVs into humanitarian logistics represents a strategic advancement capable of optimizing resources, strengthening emergency management, and promoting more sustainable and effective operations in the face of the increasing number of natural disasters in Brazil.

Keywords: humanitarian logistics; drones; lead-time; natural disasters; uavs

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Regiões funcionais de planejamento	35
Figura 2 - Taxa de crescimento do PIB do RS e BR / 2008 -12 e PIB per capita do RS e do Brasil – 2012	36
Figura 3 - Participação em valor dos principais países de destino nas exportações do RS	37
Figura 4 - Tipos de drones	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos níveis de intensidade dos desastres naturais	30
Quadro 2 - Bandeira e infos RS	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma	50
------------------------------	----

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
ECP	Estado de Calamidade Pública
EUA	Estados Unidos da América
FAB	Força Aérea Brasileira
FATEC	Faculdade de Tecnologia
FMI	Fundo Monetário Internacional
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
MS	Mato Grosso
PA	Pará
PIB	Produto Interno Bruto
RPS	Recibo Provisórios de Serviços
RS	Rio Grande do Sul
SCM	Supply Chain Management
SE	Emergência
SP	São Paulo
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Problema de pesquisa	10
1.2	Objetivos	11
1.3	Justificativa	11
1.4	Delimitação	13
1.5	Estruturação	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	Referencial teórico	15
2.1.1	Logística	15
2.1.1.1	<i>Logística humanitária</i>	18
2.1.2	Meio ambiente	20
2.1.3	Desastres naturais	22
2.1.3.1	<i>Classificação dos desastres naturais</i>	27
2.1.3.2	<i>Níveis de intensidade</i>	29
2.1.3.3	<i>Enchentes</i>	31
2.1.4	Geografia do Rio Grande do Sul	34
2.1.4.1	<i>Aspectos geográficos</i>	35
2.1.4.2	<i>Sistema de Gestão de Cadeia de Suprimentos (SCM)</i>	37
2.1.5	Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs)	38
2.1.5.1	<i>VANTs na logística humanitária</i>	43
2.1.6	Lead time	45
2.1.7	Comparação entre as ações de resposta às enchentes no Rio Grande do Sul sem e com o uso de VANTS	46
2.2	Procedimentos metodológicos	49
2.2.1	Cronograma	50
2.3	Análise de resultados	50
2.3.1	Resultados	50
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a incidência dos desastres naturais tem se intensificado devido ao aumento da temperatura média do planeta, que passou de um estado de aquecimento para um de ebulição global, em razão de ações antrópicas. Esse tema vem sendo tratado como um fator emergente e tem ganhado destaque devido à alta propagação de informações por meio da mídia e, principalmente, pelo avanço da tecnologia e da internet.

Para atender à população que sofreu com esses impactos, diversos movimentos surgiram com o objetivo de auxiliar tanto nas ações de busca e socorro, quanto na entrega de suprimentos. Em geral, esses processos envolvem o conceito atual denominado logística humanitária que abrange os processos e sistemas que envolvem a mobilização de pessoas, recursos, habilidades e conhecimentos para ajudar as pessoas vulneráveis afetadas por desastres.

Dessa forma, o conceito citado no parágrafo anterior foi utilizado para a pesquisa do uso dos VANTs nas operações humanitárias e como sua aplicação impactou o lead time. Especificamente na enchente ocorrida no Rio Grande do Sul em 2024. Além disso, foi realizado um comparativo com outro evento de enchentes no mesmo estado em um período em que a tecnologia não foi utilizada (1941).

Diante disso, torna-se necessário entender de forma profunda como a utilização dos VANTs nas enchentes do Rio Grande do Sul auxiliou na redução do lead time e na eficiência da logística humanitária nessas tragédias.

1.1 Problema de pesquisa

De que forma a articulação entre a logística humanitária e o apoio de novas tecnologias contribui para mitigar os impactos das enchentes de 2024 no Sul do Brasil e pode continuar a contribuir em situações futuras?

1.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é analisar como o uso dos VANTs auxilia na prestação de serviços da logística humanitária no atendimento às populações afetadas pelas enchentes no território brasileiro, especificamente no Rio Grande Do Sul no ano de 2024.

Já os objetivos específicos compreendem:

- Identificar as formas de aplicação dos VANTs na logística humanitária;
- Analisar casos de uso de VANTs em operações de resposta a enchentes;
- Comparar cenários de resposta a desastres semelhantes que utilizaram o equipamento dos veículos aéreos não tripulados com aqueles que não fizeram uso dessa tecnologia.

1.3 Justificativa

O presente estudo justifica-se pela necessidade de compreender como novas tecnologias podem auxiliar a logística humanitária, favorecendo não apenas as respostas imediatas a tragédias, mas também o desenvolvimento de novas estratégias para a área.

Tendo em vista a realidade enfrentada pela população brasileira, em que, segundo Anjos (2024), cerca de 73% vivem em municípios suscetíveis a sofrer com episódios de alagamentos, inundações, enxurradas ou deslizamentos de terra devido a fatores históricos, observa-se a necessidade de um enfoque maior para essas situações, já que tais ocorrências podem resultar em óbitos e destruição do patrimônio.

Por esse motivo, torna-se imprescindível a realização de estudos com o intuito de compreender estes fenômenos e atender à população afetada de forma ágil e precisa.

Nesse contexto, a logística humanitária desempenha um papel essencial ao garantir o fornecimento de socorro imediato e de suprimentos básicos como água, alimentos e medicamentos à população afetada, enquanto a logística sustentável se preocupa em minimizar os impactos

ambientais.

O estudo destaca o uso de drones como principal tecnologia para integração destas áreas. Esses veículos possibilitam o mapeamento rápido das áreas afetadas, identificando os locais exatos de inundação. Além disso, os drones também podem auxiliar nas entregas dos recursos básicos para a população prejudicada pela catástrofe. Assim, a utilização dos drones pode reduzir o tempo de resposta e até mesmo evitar o deslocamento de veículos maiores, o que contribui para a diminuição do impacto ambiental.

Considerando o aumento do número de desastres naturais e que o número de casos de desastres naturais vem crescendo nos últimos anos, faz-se necessária a ampliação de estudos, de modo a contemplar a compreensão do problema e possibilitar as sugestões de melhorias.

Portanto, este trabalho visa compreender como a logística humanitária opera e de que forma a tecnologia contemporânea pode auxiliar no processo. No entanto, o estudo limitar-se-á aos casos das enchentes que ocorreram no estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

A relevância científica do estudo se evidencia por integrar áreas como tecnologia, logística humanitária e logística sustentável, temas de crescente importância diante das mudanças climáticas atuais. A partir disso, o trabalho fortalece o papel da pesquisa acadêmica como instrumento de transformação social e ambiental.

Além de seu valor acadêmico, este estudo também apresenta relevância no âmbito do planejamento urbano, pois análises e resultados podem auxiliar gestores públicos na elaboração de políticas mais assertivas e planos de contenção que considerem as vulnerabilidades do local, priorizando ações preventivas em lugares suscetíveis a enchentes.

O trabalho também contribui para preencher uma lacuna existente na literatura nacional sobre a utilização de drones em catástrofes dessa natureza. Ao propor uma análise aplicada ao contexto brasileiro, especialmente nas enchentes do Rio Grande do Sul, o estudo fortalece o debate sobre sustentabilidade e inovação em situações de emergências, apresentando resultados que podem orientar futuras pesquisas e políticas

públicas voltadas à mitigação dos desastres naturais.

1.4 Delimitação

A presente investigação circunscreve-se aos desastres naturais de fenômenos hidrológicos, especificamente as enchentes ocorridas no Rio Grande do Sul em 2024. O objetivo primordial consiste em realizar uma análise comparativa de um evento semelhante ocorrido nesse estado, visando identificar de que forma a tecnologia pode otimizar o tempo de resposta (*lead time*) e, conseqüentemente, contribuir para a mitigação dos danos causados por tais eventos.

A priori, a pesquisa é de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e com o objetivo de explicar, com base em material bibliográfico, a ocorrência de determinada situação e, a posteriori, promover possíveis soluções para o problema.

Por conseguinte, e devido à ênfase em um estado brasileiro, compreende-se que esta monografia se caracteriza como um estudo de caso, o qual requer, neste trabalho, um aprofundamento a respeito da situação ocorrida na localidade mencionada em 2024.

1.5 Estruturação

Na primeira parte, correspondente à introdução, foi realizada uma breve contextualização do tema a ser discutido, onde foram apresentados os objetivos, o problema de pesquisa, a justificativa e a estrutura geral deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Na segunda parte do trabalho, a do desenvolvimento, o conteúdo foi estruturado em três tópicos principais: fundamentação teórica, procedimentos metodológicos e a análise dos resultados. Por sua vez, a fundamentação teórica foi dividida em seis subtópicos, os quais abordaram os principais conceitos relativos à logística humanitária e o uso da tecnologia nos desastres naturais. Quanto ao tópico da metodologia, inclui as especificações metodológicas e de pesquisa, bem como o cronograma, este

último apresentado como subtópico. E, na análise dos resultados, o subtópico foi a respeito dos impactos na sociedade.

Na terceira parte do trabalho, a das considerações finais, houve um balanço do trabalho exposto.

Em seguida, constou no trabalho o elenco de referências.

Cabe destacar que não se objetivou neste estudo demonstrar os principais casos de enchentes no Rio Grande do Sul, tampouco estabelecer comparativos entre esses cenários.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O objetivo desta parte do trabalho é realizar uma análise aprofundada a respeito do tema, apresentando interpretações e discussões acerca dos principais conceitos relacionados ao tema e visando a compreensão do leitor.

2.1 Referencial teórico

Este tópico tem por finalidade apresentar os principais conceitos que fundamentam o tema em estudo, proporcionando uma compreensão ampliada de seus principais aspectos e contribuindo para o alcance dos objetivos previamente estabelecidos.

2.1.1 Logística

Perante os anos surgiram diversas definições para logística. Segundo Moura (2006, *apud* Ballou), a logística tem como foco o gerenciamento de fluxos e estratégias para otimizá-los de modo que, a operação tenha o melhor desempenho esperado. As informações por sua vez, possuem o papel crucial para a execução das tarefas e atividades que compõem cada fluxo.

Costa *et al.* (2010) possuem uma visão mais abrangente a respeito, para esses autores, a logística caracteriza-se como uma atividade que tem como objetivo o equilíbrio entre as demais, geralmente com o mesmo propósito das outras, porém operando de formas diferentes, tendo como responsabilidade a entrega exata de produtos no momento ideal e quantidade adequada. A logística traz impactos significativos no valor do produto devido ao fato dos consumidores enxergarem utilidade na disponibilidade de um produto quando requisitado.

Moura (2006, *apud* Carvalho, 2015), vai além e afirma que é um processo estratégico que além de criar uma vantagem na competição, impulsiona o acréscimo de valor ao produto e o diferencia dos demais, também impulsiona a produtividade e traz lucratividade à empresa. É

responsável pelo controle dos fluxos, produtos, serviços e informações que possuem relações. Está atrelado desde o ponto de origem ao consumo final.

Conforme Cabral Filho (2023), a logística engloba todo o tipo de atividade que envolva a movimentação e armazenagem de produtos, passando por um extenso caminho que vai desde a obtenção de sua matéria-prima até o consumo final, e tem como objetivo trazer um serviço adequado ao consumidor visando o melhor custo-benefício na operação.

Assim, a logística visa viabilizar a mercadoria e serviço para o lugar esperado, atendendo as exigências e expectativas do cliente. Para que isso ocorra, é necessário que todos os fatores que agreguem ou interfiram na operação sejam devidamente considerados, destacando-se a importância de uma gestão eficiente desses fatores.

As funções logísticas em uma empresa variam de acordo com sua estrutura e o quanto ela está integrada com a cadeia de suprimentos de forma que as atividades mais comuns são aquelas que envolvem controle de estoques e suprimentos, manutenção de informações, serviços ao cliente, previsão de vendas, recuperação/descarte de produtos, localização e transporte

Hara (2011) afirma, por sua vez, que o controle da logística deixou de existir apenas na área interna da cadeia de suprimentos e passou a abranger toda a cadeia, promovendo uma relação benéfica para todas as partes envolvidas, por meio de alianças estratégicas e econômicas, sendo, portanto, indispensável para a logística internacional.

Segundo Ballou (1993), a importância da logística mundial é significativa, os processos logísticos servem de suporte para a manutenção do alto padrão de vida em países de mais desenvolvidos. As regiões dos países não possuem o mesmo nível de produtividade, já que certas áreas apresentam uma vantagem produtiva em comparação com as outras. É por meio da logística que ocorre a especialização dos produtos em áreas

vantajosas e, posteriormente, sua exportação para as demais.

O custo da Logística no total de toda a cadeia produtiva tem grande participação. Os custos logísticos representam, em média, 12% do PIB mundial (FMI). Para o Brasil, estima-se 17% do PIB (Fonte: CEL/UFRJ). Nos Estados Unidos da América, por exemplo, as operações Logísticas somaram próximo de 10% do seu PIB, sendo a responsável por uma das maiores parcelas do custo final dos produtos. Esses custos americanos dividem-se pelas funções Logísticas em: Transportes, 59%; Custos gerais (juros, impostos, obsolescência, depreciação e seguros), 27,9%; e outros custos (armazenagem, despacho e administração), 13,1%. (Cabral Filho, 2023, p.7).

Esses dados evidenciam a importância da logística para a cadeia produtiva como um todo. Com uma fatia considerável do Produto Interno Bruto mundial, a logística é uma área que possui potencial de influenciar positiva ou negativamente no custo final do produto ou serviço, como é o caso dos Estados Unidos da América.

Além disso, mostra-se como uma grande responsável pela movimentação do Produto Interno Bruto (PIB) do nosso país, estimando-se em 17%.

Fleury (2012) já relatava a respeito do crescimento da economia nacional devido à logística de importação e exportação, no seguinte trecho:

Parte desse crescimento da economia brasileira se deve ao aumento sucessivo nos níveis de exportação e importação, nesse período. Em 2010, o Brasil atingiu pico de US\$201,9 bilhões em exportações e US\$181,6 bilhões em importações, com saldo comercial de US\$25,3 bilhões. Os principais exportadores do país são os setores de mineração, químico e petroquímico e o agropecuário, responsáveis por mais da metade do valor apurado. A China é o maior comprador de produtos brasileiros (15,2% das exportações), seguida por Estados Unidos (9,6%) e Argentina (9,2%) (Brasil, 2010).

Portanto, é evidente que a logística é um processo fundamental para a movimentação de cargas e produtos até seu destino, sendo necessária para que os produtos estejam no lugar certo e na hora certa. Além disso, a logística representa uma parcela significativa da economia nacional e mundial.

2.1.1.1 Logística humanitária

Assim como a própria logística, tem como objetivo a otimização dos fluxos e processos, porém, com uma função fundamental em diversos cenários de desastres, sendo crucial no resgate e amparo de vítimas, bem como na minimização de danos e impactos negativos.

“A logística humanitária é a função que é exigida para assegurar com eficiência e eficácia o fluxo de suprimentos e pessoas com o propósito de salvar vidas e aliviar o sofrimento de pessoas vulneráveis” (Thomas, 2004, *apud* Nogueira; Gonçalves; Novaes, 2007, p.2).

No olhar de Leiras *et al.* (2017), a logística humanitária tem como foco a melhoria da eficiência e eficácia dos processos necessários para estabelecer operações logísticas em cenários de desastres, como catástrofes naturais, guerras, atentados terroristas e serviços de urgência médica.

As partes que compõem a logística humanitária incluem desde a infraestrutura, políticas e transporte até as pessoas que as integram. O elemento mais necessário neste panorama é a ajuda humanitária. Os recursos materiais, financeiros e humanos englobam essa necessidade, pois é por meio deles que ocorre a viabilização do produto final, que, neste caso, é a própria ajuda humanitária. Enquanto o resultado principal é a ajuda humanitária, o resultado secundário por sua vez é a prevenção para novos desastres, conexões com outras organizações e experiência com o ocorrido.

Dessa forma, a logística humanitária é essencial para o amparo em situações de desastres naturais por muitos motivos, como a continuidade do fornecimento de suprimentos essenciais, troca de informações, transporte e proteção. A constância deste trabalho viabiliza a redução de riscos à saúde, vida humana, segurança e até mesmo a economia. Essas funções básicas são o que permitem a estabilidade de uma comunidade, que por sua vez quando estável consegue retornar às suas atividades.

A obtenção de transportes para o trabalho logístico é uma das partes

mais custosas da operação com uma estimativa de custo entre 60% e 80%.

No processo de resposta que ocorre logo após o desastre, não há muitas informações a respeito do ocorrido, o que dificulta o processo de entendimento da escala do impacto e como fornecer ajuda nos mais diferentes níveis de necessidade, portanto, a informação se torna um recurso fundamental para que haja uma rede de apoio, assim, os meios de contribuição possam ser estabelecidos.

Para que haja um planejamento e soluções coerentes com o ocorrido, é de suma importância que uma série de informações sejam obtidas, como o estado das rodovias, aeroportos, áreas de acesso e mobilidade do transporte. Mesmo quando se tem as informações corretas e precisas, a logística humanitária enfrenta certos desafios. Como abordam Tatham e Cristopher (2014), a doação de suprimentos não solicitados se torna inútil para a ocasião, isso não apenas aumenta os custos logísticos, mas também afeta diretamente a qualidade da assistência prestada, comprometendo até mesmo o *lead time* da operação, que por sua vez exige uma gestão de processos o mais assertiva possível.

Diferente da logística empresarial, a logística humanitária enfrenta a dificuldade de trabalhar com múltiplas partes que possuem interesse, como doadores, beneficiários, governos parceiros, fornecedores etc. Não só isso, mas as diferentes formas de gestão das agências humanitárias resultam em pouca padronização e uma duplicação desnecessária de esforços.

Existem três motivos que tornam a padronização necessária para a logística humanitária, sendo eles a alta rotatividade de voluntários, condições de relatórios de doadores, e a importância dos serviços para quem recebe.

Pelo fato de o setor humanitário depender de voluntariado, existe uma alta rotatividade de funcionários, fazer com que esses novos funcionários se tornem aptos a operar o mais rápido possível é uma forma de reduzir os impactos dessa alta rotatividade e tornar o *lead time* da operação mais eficiente.

A padronização de ferramentas e políticas próprias faz com que a operação consiga modificar o seu foco para outro local de uma forma mais ágil e eficiente. O treinamento aliado à padronização de medidas de integração, treinamento e orientação, agregam a eficiência do objetivo final.

2.1.2 Meio ambiente

Orsi (2014) define o meio ambiente como um complexo sistema que se forma pelas relações de diversos agentes que se manifestam de diferentes modos, resultando, assim, em uma condição operativa para todos. Os fatores sociais geram impactos em diferentes graus e formas, sendo, portanto, necessários cuidados e medidas para a preservação no intuito de garantir sua sustentabilidade. Além disso, consiste não só nos meios naturais, como também aqueles em que o ser humano se instalou e gere, sendo essenciais para a sua existência.

Trazendo um ponto de vista complementar, que, ao mesmo tempo, reforça o anterior, Barbieri (2011) afirma que o meio ambiente se caracteriza por tudo aquilo que cerca os seres vivos, seja o próprio planeta, bem como seus elementos naturais ou aqueles modificados pelo ser humano. Ou seja, o meio ambiente é compreendido tanto pelo ambiente biológico e físico inicial, quanto por áreas urbanas, rurais e industriais. Portanto, o meio ambiente não é apenas o ambiente que condiciona a existência, mas também é aquilo necessário para ela.

Sobre a presença humana no meio ambiente, Jacobi (1999) afirma que as consequências geradas pelos seres humanos ao mesmo tempo, estão atingindo um nível de complexidade maior, tanto em suas quantidades quanto em seus impactos, gerando assim uma crise no ecossistema.

Barbieri (2011) contextualiza os impactos causados pelos seres humanos ao meio ambiente. Em seu entendimento, as complicações causadas pelo ser humano ao meio ambiente decorrem do uso deste para a extração de recursos, criação de posses e prestações, assim como o desperdício de material e energia que não foram utilizados. A deterioração

do meio ambiente iniciou-se apenas quando houve um aumento da escala de produção, o que, conseqüentemente, aumentou e estimulou a exploração dos recursos naturais. A percepção de que a natureza e seus recursos são subservientes ao ser humano e que ele está separado de todos os elementos que compõem o ambiente, é um fator que corroborou para a sua deterioração, pois povos com maior ligação com a natureza e os elementos que os cercam, são mais cautelosos ao explorar.

No que diz respeito à cultura de povos tradicionais com a natureza, Seiffert (2014) cita povos situados em reservas extrativistas. Para estes povos, o desenvolvimento sustentável se encontra na transformação de recursos e seus processos, de forma a estar em sintonia com o aproveitamento de materiais, para onde eles são direcionados, como a tecnologia se desenvolve e alterações nas instituições para que possamos garantir tanto o presente quanto o futuro do meio ambiente.

Portanto, para que haja sustentabilidade é imprescindível que tratemos o capital natural de maneira diferenciada do material, já que o material pode se reproduzir à medida que o produto cresce, porém o natural é reduzido ao longo do tempo e cria limitações futuras, de modo que não é sustentável para o crescimento e até mesmo para as próximas gerações.

O desenvolvimento sustentável caracteriza-se pela escolha de um parâmetro que traga satisfação às carências humanas de forma que seja durável, sendo indispensável à qualidade de vida. Para que isso ocorra, torna-se imprescindível o uso competente dos recursos naturais e os agentes ligados à sua produção.

No Brasil, a degradação do meio ambiente vem crescendo nas últimas duas décadas, sendo isso resultado de descaso político, falta de informação da população sobre a importância de preservação da natureza, de seus recursos e dos modelos de desenvolvimento adotados.

Alonso e Costa (2002) explicam o trajeto que o Brasil percorreu em seus estudos e difusão sobre meio ambiente até o período em que o tema ganha força, segundo os autores, o Brasil sofreu uma lentidão para criar um

campo voltado a pesquisas na área. Nos anos 70 o tema ganhava força em debates brasileiros, porém os estudos sobre ecologia feitos no período ainda assim eram técnicos com o assunto só passando a ganhar mais relevância nos anos 80 e 90 com estudos a respeito de sustentabilidade e formas de desenvolvimento.

Atualmente, os estudos sobre o tópico abrangem novas esferas que estão diretamente ligadas ao tema, como, por exemplo, a desigualdade social. De acordo com Chiarini (2006), a dinâmica de desequilíbrio social e riscos ao meio ambiente tem culminado em uma preocupação que vem crescendo cada vez mais, se mostrando-se de forma clara uma relação entre ambos os problemas.

2.1.3 Desastres naturais

Quando nos deparamos com a palavra “desastre” logo nos remetemos a um acidente grave, catástrofe, evento ou acontecimento que pode provocar grande ou imenso prejuízo, já a palavra “natural” associamos que se refere ou pertence à natureza. Portanto, acredita-se que o termo desastre natural é uma tragédia que provém da natureza e que acontece no mundo todo. Podem ser caracterizados como: secas, incêndios florestais, furacões, tempestades, nevascas, erupções vulcânicas, inundações, tornados, terremotos e tsunamis.

Segundo Freitas *et al.* (2014), um desastre natural é o resultado da combinação de quatro fatores fundamentais: a ameaça natural; a população exposta; as condições de vulnerabilidade social e ambiental dessa população; e a insuficiência de medidas ou capacidades para a redução dos potenciais riscos e dos danos à coletividade. Tais fenômenos envolvem, simultaneamente, processos sociais e naturais, sendo caracterizados por aspectos relacionados à sua localização geográfica, intensidade e probabilidade de ocorrência.

Fenômenos naturais severos, como enchentes, deslizamentos e tsunamis, entre outros, são influenciados pelas características específicas

da região afetada, tais como condições meteorológicas, relevo, altitude e tipo de solo. Quando esses eventos ocorrem em áreas habitadas por seres humanos, causando danos materiais e humanos, bem como prejuízos de ordem financeira ou social, são classificados como desastres naturais (Kobiyama *et al.*, 2006).

De acordo com Kobiyama *et al.* (2006), os desastres naturais estão relacionados às dinâmicas interna e externa do planeta Terra. A dinâmica interna refere-se à movimentação das placas tectônicas, que pode ocasionar fenômenos como terremotos, tsunamis, maremotos e atividades vulcânicas. Já a dinâmica externa está associada aos fenômenos atmosféricos, resultando em tempestades, furacões, enchentes, entre outros.

Um desastre natural pode ser compreendido como um evento resultante da interação entre processos naturais e a organização social humana, que culmina em danos significativos à vida, à saúde, à infraestrutura e ao meio ambiente. Não se trata apenas de um fenômeno físico extremo — como uma enchente, um terremoto ou uma seca —, mas da manifestação concreta de riscos quando se somam quatro fatores principais: a ocorrência de uma ameaça natural, a presença de uma população exposta, condições socioambientais de vulnerabilidade e a ausência ou insuficiência de capacidades institucionais para a gestão adequada desses riscos.

Dessa forma, um desastre natural não é exclusivamente "natural" em sua origem. Trata-se do produto de uma complexa construção socioambiental, em que o contexto social, econômico, político e ambiental amplifica os impactos de fenômenos naturais. Por isso, considera-se que o desastre não é apenas o evento em si, mas também a incapacidade de uma sociedade em prevenir, mitigar, responder e recuperar-se de seus efeitos.

As ameaças naturais são os eventos físicos em si, como furacões, chuvas intensas, deslizamentos, terremotos, entre outros. Esses eventos possuem características específicas de magnitude, frequência, localização geográfica, duração e intensidade, que variam conforme a dinâmica natural

da Terra e podem ter origem tanto interna (como no caso de terremotos e atividades vulcânicas) quanto externa (relacionada a fenômenos meteorológicos e climáticos).

A exposição refere-se à presença de pessoas, comunidades, estruturas ou sistemas em áreas suscetíveis a essas ameaças. Grupos populacionais, como crianças, idosos, mulheres, pessoas de baixa renda e comunidades marginalizadas, estão frequentemente mais expostos aos riscos, em razão de sua localização geográfica e das condições precárias de habitação, acesso a serviços públicos e infraestrutura.

As condições de vulnerabilidade são determinadas por processos sociais, econômicos e ambientais que tornam determinados grupos ou territórios mais suscetíveis aos impactos de um desastre. Tais vulnerabilidades incluem fatores como pobreza, baixa escolaridade, insegurança alimentar, habitação precária, ausência de saneamento básico, desmatamento, ocupação irregular de encostas, degradação ambiental e exclusão social. É essa vulnerabilidade socioambiental que transforma um evento natural em um desastre: o mesmo volume de chuva pode ser inofensivo em uma cidade com planejamento urbano eficiente, mas catastrófico em uma comunidade com infraestrutura deficiente.

A ausência de capacidades institucionais adequadas para prevenir e responder aos riscos — como políticas públicas efetivas, sistemas de alerta precoce, planejamento urbano sustentável, ações de educação ambiental e investimentos em infraestrutura — contribui para a ocorrência e a gravidade dos desastres. Nessas situações, as sociedades não apenas sofrem os efeitos do desastre, mas também reproduzem e ampliam as condições que tornam novos eventos ainda mais prováveis e prejudiciais.

Além disso, a literatura destaca que os desastres naturais são, muitas vezes, tratados como eventos súbitos e imprevisíveis, o que reforça a ideia de que são inevitáveis. Contudo, essa concepção tem sido amplamente superada. Pesquisas recentes indicam ser possível mapear áreas de risco,

estimar a probabilidade de ocorrência de determinados eventos e planejar respostas eficazes. Assim, os desastres são menos resultado da natureza em si e mais consequência da forma como a sociedade se organiza perante os riscos.

É importante salientar que, apesar de seu caráter destrutivo, os fenômenos naturais que originam aos desastres também possuem aspectos positivos. Por exemplo, as inundações podem contribuir para a fertilização de solos graças ao transporte de sedimentos ricos em nutrientes. Portanto, o impacto de tais eventos varia conforme a escala temporal, o uso que se faz dos recursos naturais e as estratégias de ocupação do território.

Em síntese, um desastre natural é a materialização de uma ameaça natural sobre um sistema social vulnerável e mal preparado para lidar com os riscos. Sua ocorrência revela as contradições sociais, a fragilidade das políticas públicas e a urgência de abordagens integradas que articule o conhecimento técnico-científico, a participação comunitária e a responsabilidade institucional para a construção de territórios resilientes. O desafio contemporâneo não é apenas enfrentar os desastres, mas reconhecer sua origem socioambiental e atuar sobre as causas estruturais que os tornam possíveis e recorrentes.

A compreensão do termo “Desastres Naturais” pode ser explicada por meio da seguinte definição:

desastre é definido como resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. Aqui nota-se que o termo “adverso” significa hostil, inimigo, contrário, aquele que traz infortúnio e infelicidade. (Castro, 1998, apud Kobiyama *et al.*, 2006, p.7).

Outra vertente para compreender melhor o termo é:

Um aspecto comum destas discussões é que tanto as Ciências Sociais, quanto a Sociologia, compreendem os desastres “ditos naturais”, não como variáveis independentes e intrinsecamente relacionados somente aos fenômenos naturais, mas em um âmbito multidimensional e multiescalar, focados na estrutura e na dinâmica social, o que possibilita múltiplas interpretações acerca das relações sociais, territoriais, institucionais e historicamente produzidas (Valêncio, 2009, apud Cardoso; Costa; Navarro, 2012, p.1526).

Independentemente de sua origem, os desastres resultam em impactos negativos variados sobre o ecossistema, exigindo ações preventivas e restauradoras. Desastres, em geral, ocorrem de forma repentina e com intensidade suficiente para causar grandes perdas humanas e materiais. Diante desse cenário, torna-se necessário adotar medidas tanto preventivas quanto de recuperação, envolvendo a cooperação entre diferentes esferas públicas e privadas. Essas ações vão além das rotinas habituais, exigindo estratégias específicas para restabelecer a normalidade (Kobyama *et al.*, 2006)

Pelo fato de a maioria dos desastres possuir uma natureza repentina, a repercussão tende a ser de maior amplitude, gerando prejuízos significativos ao ecossistema; desse modo, é de suma importância adotar medidas tanto para a precaução quanto para a remediação dos prejuízos causados.

Quando se trata diretamente do Brasil, de acordo com a tipicidade, particularidades e características de um país tropical, registros mostram que os principais desastres ocorridos nos municípios brasileiros são: seca/estiagem, chuvas, incêndios e doenças infecciosas.

Segundo Queiroz (2024), os cinquenta municípios brasileiros com maior número de registros de desastres entre 1991 e 2023 incluem cidades como Campo Grande (MS), Belém (PA) e São Paulo (SP), que se destacam por apresentarem uma combinação de vulnerabilidades naturais e sociais. Essas condições tornam-nas especialmente suscetíveis a eventos extremos, o que evidencia a importância de políticas públicas voltadas à adaptação e mitigação dos impactos.

As baixadas urbanas representam espaços de elevada vulnerabilidade socioambiental, tanto em razão tanto de suas condições geográficas quanto do histórico de ocupação. Caracterizadas por serem áreas de baixa altitude e suscetíveis a alagamentos, essas regiões apresentam uma maior propensão a eventos como inundações, enxurradas e deslizamentos. A ocupação dessas áreas por populações em situação de vulnerabilidade social, somada

à carência de infraestrutura urbana e de saneamento básico, intensifica os riscos associados. No contexto brasileiro, a incidência de desastres hidrológicos está fortemente associada à presença dessas baixadas, onde a ausência de sistemas de drenagem eficazes, o assoreamento dos cursos d'água e o crescimento urbano desordenado contribuem significativamente para o agravamento dos impactos desses eventos.

A ocorrência de desastres naturais provoca profundas alterações nas condições de vida das populações atingidas. Esses eventos, além de resultarem em perdas humanas irreparáveis, comprometem estruturas residenciais, danificam infraestruturas essenciais e afetam diretamente serviços essenciais, como o abastecimento de água potável, o fornecimento de energia elétrica e os sistemas de transporte. Como consequência, as comunidades afetadas tornam-se ainda mais expostas a situações de vulnerabilidade social, econômica e ambiental.

2.1.3.1 Classificação dos desastres naturais

Os desastres naturais podem ser classificados em diversas subcategorias e, por esse motivo, considerando a necessidade de explorar os conhecimentos sobre o tema, cabe destacar quais são essas categorias e suas principais características:

a) Desastres naturais geológicos:

Segundo Freitas *et al.* (2014), os desastres geológicos envolvem fluxos de massa e deslocamentos de terra; no contexto brasileiro, os deslizamentos e outros movimentos de massa costumam ocorrer, em sua maioria, durante períodos de chuvas intensas. Esses eventos são mais frequentes entre novembro e abril, com destaque para o mês de janeiro, quando o número de ocorrências costuma atingir seu ponto máximo.

Além disso, outra característica fundamental dos desastres de natureza geológica é:

Em termos de letalidade (óbitos por evento) chama a atenção os eventos geofísicos ou geológicos, com uma média de 2 óbitos por evento, representando, em média, 13 vezes mais chances de óbitos do

que nos casos dos eventos hidrológicos, que tiveram o maior número total de óbitos (Freitas *et al.*, 2014, p. 3650).

As chuvas intensas, especialmente nos meses de janeiro e nos primeiros e últimos meses do ano, contribuem para uma média de duas mortes por evento.

b) Desastres naturais hidrológicos:

Os desastres naturais hidrológicos “Envolvem os processos que resultam em alagamentos, enchentes, inundações graduais e bruscas”. (Freitas *et al.*, 2014, p. 3650).

Os eventos hidrológicos, principalmente inundações bruscas, correspondem a 32,7% do total, com quase 39 milhões de afetados. Em termos de impactos diretos sobre a população, são os eventos hidrológicos os que apresentam maior número de mortalidade, morbidade e diretamente expostos (Freitas *et al.*, 2014, p. 3650).

Podem resultar em efeitos tanto graduais quanto repentinos, apresentando a maior taxa de mortalidade em comparação com desastres naturais de outras classificações, atingindo, ao todo, cerca de 39 milhões de pessoas no Brasil.

c) Desastres naturais meteorológicos:

Já os desastres naturais meteorológicos “Envolvem os processos que resultam em fenômenos como ciclones tropicais e extratropicais, tornados e vendavais”. (Freitas *et al.* 2014, p. 3649). Ademais “O maior número de eventos ocorreu no estado do Rio Grande do Sul, que foi o estado mais atingido, com 29% das ocorrências registradas no país, (Freitas *et al.* 2014, p. 3652).

[...] não podemos deixar de observar mudanças que podem estar se processando a partir de eventos como o Ciclone Catarina, que atingiu o litoral norte do Rio Grande do Sul e sul de Santa Catarina, resultando em 1 óbito, 518 lesionados e cerca de 33 mil diretamente expostos. (Freitas *et al.*, 2014, p. 3654).

Com o maior número de ocorrências nos estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina, desastres desta natureza são os menos comuns em comparação com os outros, porém seus impactos geram prejuízos

consideráveis aos locais afetados.

d) Desastres naturais climatológicos:

Os desastres naturais climatológicos “Envolvem os processos relacionados à estiagem e seca, queimadas e incêndios florestais”. (Freitas *et al.* 2014, p. 3650).

A Região Nordeste foi a que concentrou a maior parte dos impactos humanos por seca e estiagem, com 72% dos afetados, cerca de 80% dos expostos e 67% dos óbitos. Em relação à morbidade, a região Norte concentrou 56% do total do país, seguida pela região Nordeste com 29%. (Freitas *et al.*, 2014, p. 3652).

Os desastres climatológicos concentram-se principalmente nas regiões Norte e Nordeste e, em muitos casos, estão relacionados a ações humanas.

2.1.3.2 Níveis de intensidade

Os níveis de intensidade são classificados do nível I ao nível IV. As diferenças entre os níveis refletem a gravidade dos impactos e a dificuldade de recuperação do território. Os níveis são organizados de forma crescente, sendo o nível I correspondente aos desastres de menor impacto e o nível IV aos de impacto máximo, conforme demonstra a figura 1.

Quadro 1 - Classificação dos níveis de intensidade dos desastres naturais

Nível	Intensidade	Situação
I	Desastre de pequeno porte, onde os impactos causados são pouco importantes e os prejuízos pouco vultosos. (Prejuízo $\leq$ 5% PIB municipal)	Facilmente superável com os recursos do município.
II	De média intensidade, onde os impactos são de alguma importância e os prejuízos são significativos, embora não sejam vultosos. (5% < Prejuízo $\leq$ 10% PIB)	Superável pelo município, desde que envolva uma mobilização e administração especial.
III	De grande intensidade, com danos importantes e prejuízos vultosos. (10 % < Prejuízo $\leq$ 30% PIB)	A situação de normalidade pode ser restabelecida com recursos locais, desde que complementados com recursos estaduais e federais. (Situação de Emergência – SE).
IV	Com impactos muito significativos e prejuízos muito vultosos. (Prejuízo > 30% PIB)	Não é superável pelo município, sem que receba ajuda externa. Eventualmente necessita de ajuda internacional (Estado de Calamidade Pública – ECP).

Fonte: Kobiyama et al. (2006, p.8.)

Sendo assim, o Brasil enfrenta diversos tipos de desastres naturais, como inundações, deslizamentos de terra, secas, incêndios florestais e tempestades. Classificados como desastres hidrológicos, climatológicos e meteorológicos. No Rio Grande do Sul, o maior volume de chuvas já registrado em um curto período ocorreu em 2024, resultando na maior tragédia climática da história do estado.

O volume de chuvas é medido pelo pluviômetro. Ele é expresso em milímetros e a intensidade diz respeito ao volume que choveu por unidade de tempo, expresso em milímetros por hora. Segundo o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), uma chuva de 1 milímetro por minuto equivale a aproximadamente 1 litro de água por minuto em uma área de 1 metro quadrado (CEMADEN, 2024).

E de acordo com a Band, em maio de 2024 o Rio Grande do Sul enfrentou a maior tragédia climática de sua história — em apenas dez dias choveu o equivalente a três meses inteiros, superando os 420 milímetros. (BAND, 2025).

2.1.3.3 Enchentes

A ocorrência de enchentes vem aumentando ao longo dos anos, principalmente em razão do crescimento da poluição e do uso inadequado do solo e dos recursos ambientais. Essas ações acarretam mudanças climáticas significativas, que, por sua vez, interferem diretamente na frequência e na intensidade dos desastres.

De acordo com Ximenes (2010), o termo ‘enchente’ passou a ser utilizado no Brasil a partir do século XVI, vinda da palavra “encher”, derivado da palavra ‘encher’, proveniente do latim implere” que está ligada a preencher, completar e saturar. Glossário de defesa civil — estudos risco e medicina de desastres, de (1988), *apud* Ximenes (2010), a enchente é classificada como o aumento do nível da água de um rio, acima da vazão normal do mesmo. Esse termo também é eventualmente utilizado para definir inundações que são o transbordamento da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou a acumulação da água por drenagem ineficiente, em áreas que não são submersas habitualmente as inundações são classificadas em cinco partes sendo a maior a excepcional e a menor sendo a de pequena magnitude. Na maior parte das vezes essas inundações e enchentes são causadas por precipitações pluviométricas intensas e concentradas em uma região, pela intensidade do regime de chuvas sazonais, por saturação do lençol freático ou o derretimento de geleiras.

Apesar das enchentes estarem ligadas diretamente com a geografia e as condições climáticas, sabe-se que a humanidade tem uma grande influência nesses desastres, pois ela produz fatores que intensificam e agravam diretamente as enchentes, por isso, percebermos a responsabilidade das ações humanas na magnitude e na gravidade deste tipo de desastre. Quando há um perigo natural é necessária uma reação eficaz da população para o conter, antes que ele se transforme em um desastre, o que acarretará diversas perdas para a população e para o meio ambiente.

De acordo com Poli (2013), houve um intenso crescimento urbano nas

idades, o que trouxe também a migração de muitas pessoas dos campos para as cidades em busca de qualidade de vida e de mais oportunidades, porém, junto com esse crescimento vieram também algumas dificuldades devido à forma como ocorreu a ocupação do solo urbano.

Um desses problemas está no aumento da impermeabilização do solo, o que acarretou a demora da infiltração das águas nos terrenos. Outro problema foi a manutenção de grandes volumes de terras por meio de terraplanagens, que são ações que modificam as características do solo, provocando assoreamentos e a diminuição da capacidade de vazão dos sistemas de drenagem. E, um terceiro fator é que passaram a ser feitas mais canalizações de cursos d'água para suportar esse crescimento urbano, o que causou acúmulos e alterações nas vazões naturais das águas, todas essas dificuldades propiciaram os acontecimentos de muitas inundações e enchentes.

Segundo Licco e Mac Dowell (2015), a cada dia que passa torna-se mais evidente o crescimento do número de desastres naturais, com a globalização da informação, as notícias sobre esses recorrentes desastres estão cada vez mais evidentes como, furacões, terremotos, enchentes etc. De acordo com o levantamento patrocinado pelo ministério da integração nacional, o Brasil sofreu mais de 30 mil desastres naturais entre 1990 e 2012, o que dá uma média de 1.363 eventos por ano.

As enchentes ou cheias, são definidas como a elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal. Existem 2 tipos de inundações: as repentinas e as bruscas ou enxurradas, que costumam ocorrer em regiões de relevo acentuado como a parte sul do país e as regiões lentas ou de planícies. As inundações repentinas ocorrem quando grande volume de água se acumula rapidamente em rios de regiões montanhosas, enquanto as inundações graduais elevam a água de forma visível e escoam lentamente em planícies.

As inundações ou alagamentos em cidades são causados por águas acumuladas nos leitos das ruas e nos perímetros urbanos, por fortes chuvas

em cidades que principalmente estão com os sistemas de drenagem deficientes, o que contribui muito para esses tipos de inundações e alagamentos.

Segundo Oliveira (1999), as enchentes urbanas são um dos impactos ambientais que vêm ganhando maior repercussão a cada ano porque uma vez que a urbanização ocupa as áreas de vale, planícies de inundação e vertentes, vai se criando condições favoráveis para o desencadeamento de inundações e enchentes, ou seja, o número de enchentes está crescendo ao longo dos anos.

Tucci *et al.* (1995 *apud* Oliveira, 1999), consideram que as enchentes em áreas urbanas acontecem por duas vertentes que podem ocorrer isoladamente ou em conjunto:

As enchentes de áreas ribeirinhas: são enchentes naturais que estão relacionadas a eventos de precipitação pluviométrica, ou seja, nessas enchentes, o rio obedece ao seu processo natural, pois, com a maior quantidade de chuva ele ocupa a área do seu “leito maior”. Esse fenômeno ocorre normalmente em áreas com grandes bacias e atinge a população que ocupa essas áreas inadequadamente.

Enchentes devidas à urbanização: Ocorrem em pequenas bacias de drenagem, que uma vez que os sistemas de macrodrenagem e distribuição espacial da precipitação máxima são deficientes, dão origem as inundações e enchentes nas cidades, pois esses sistemas não suportaram o crescimento urbano dessas áreas.

Com a falta de planejamento do sistema de drenagem urbano, tais enchentes e inundações tendem a ser mais frequentes, sendo elas por falta de planejamento, por causas naturais ou por localizações impróprias da população.

2.1.4 Geografia do Rio Grande do Sul

Quadro 2 - Bandeira e infos RS

Bandeira 	Brasão 	Mapa 
Hino Como a aurora precursora... [+]	Capital Porto Alegre	Área Total 282.062 km ²
Sigla RS	Região Sul	População 11 329 605 hab

Fonte: Sogeografia, 2025

De acordo com o Governo do estado do Rio Grande do Sul (2017), o estado do RS tem uma extensão territorial de 281.730,2 km², ocupando assim mais de 3% do território brasileiro, sendo o nono maior estado do Brasil.

O Rio Grande do Sul é dividido em 497 municípios e conforme dados do (IBGE) tem cerca de 11,3 milhões de habitantes, o que corresponde a 6% da população nacional. A densidade demográfica é de 39,8 habitantes/km² e a capital, Porto Alegre, é o município mais populoso com 1,4 milhão de pessoas.

Localizado na região sul do país, o Rio Grande do Sul faz fronteira com Santa Catarina, Uruguai, Argentina e o oceano Atlântico. É considerado o estado mais frio do Brasil, com temperatura média anual entre 14 e 22 °C. A precipitação pluviométrica acumula anuais que variam de 1.000mm a mais de 2.000mm (milímetros) de chuva. Com as variações climáticas globais, a concentração de chuvas em períodos curtos contribui para o aumento da frequência de enchentes no Estado.

Figura 1 - Regiões Funcionais de Planejamento

Fonte: Fundação de Economia e Estatística, 2013

2.1.4.1 Aspectos geográficos

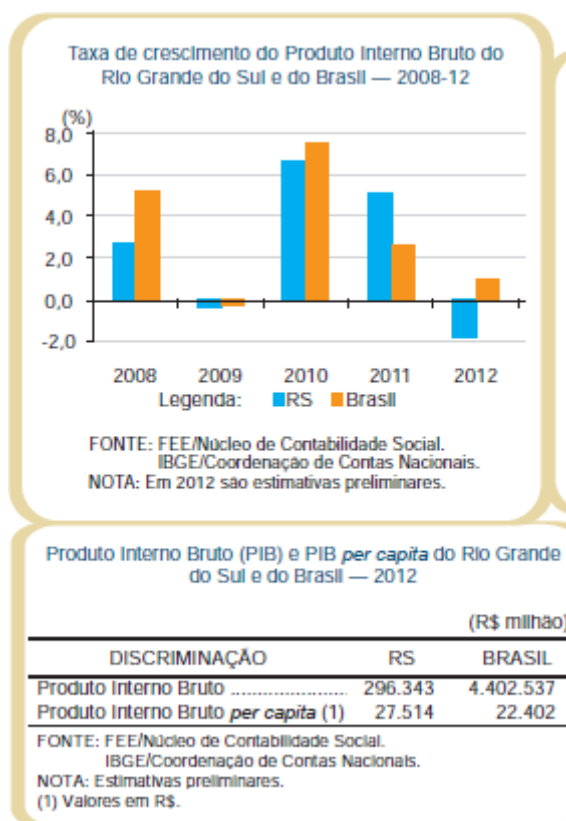
Segundo Só Geografia (2025), o Estado do Rio Grande do Sul, é o maior e mais populoso estado do Sul, é o quarto estado mais rico do país só ficando atrás de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. É também o quinto mais populoso e o terceiro em relação ao IDH (Índice de desenvolvimento humano).

Sua economia baseia-se na agricultura, pecuária e indústrias como a alimentícia, têxtil, madeireira, metalúrgica e química. O Estado se destaca pelo turismo, com praias como Capão da Canoa, Tramandaí e Torres, além de cidades serranas como Gramado e Canela, conhecidas pelas celebrações natalinas que atraem turistas e contribuem para o crescimento econômico regional. Também é recomendável organizar os dados de forma lógica: primeiras informações sobre população e riqueza, depois economia e, por

fim, turismo.

Segundo o Governo do Estado do Rio Grande do Sul (2013), o produto interno bruto (PIB) do estado em 2010 representou cerca de 6,7% do país, o estado tem como a suas principais fontes de renda os serviços com participação (62%), a indústria (29%) e a agropecuária (9%), ou seja, em anos favoráveis à produção agrícola e à atividade industrial, observa-se crescimento econômico. Por outro lado, em anos marcados por adversidades climáticas ou crises que afetam o desempenho industrial, o crescimento do PIB estadual é diretamente afetado. Utilizando por exemplos os anos de 2008 até 2012, em que o estado cresceu em média 2.7% e o país 3.2% esse resultado decorreu de fatores como a estiagem que afetou o setor agropecuário em 2012 e a crise internacional de 2009.

Figura 2 - Taxa de crescimento do PIB do RS e BR/ 2008 -12 e PIB per capita do RS e do Brasil - 2012



Fonte: Fundação de Economia e Estatística, 2013

O comércio exterior do RS em 2012 ocupou a quinta posição no país com 7.6% das exportações nacionais, dentre essas exportações destaca-se a exportação de grãos que ocupa (11,4%) do total, a de produtos alimentícios (26,1%), fumo (12,8%), produtos químicos (11,8%) e as máquinas e equipamentos (8,3%). Em relação aos países que são feitas essas exportações destaca-se a união europeia (18,1%), china (16,5%), argentina (8,9%) e os estados unidos com (7,8%).

Figura 3 - Participação em valor dos principais países de destino nas exportações da RS



Fonte: Fundação de Economia e Estatística, 2013

2.1.4.2 Sistema de Gestão de Cadeia de Suprimentos (SCM)

Segundo Poirier e Reiter (1996), o conceito de Supply Chain Management (SCM) compreende um sistema integrado que engloba todos os elementos da cadeia produtiva — desde os fornecedores de matéria-prima até a entrega do produto final ao consumidor, seja por meio do varejo ou da prestação de serviços. O principal objetivo desse sistema é promover a otimização da cadeia de valor como um todo, buscando eficiência e sinergia entre os diversos elos envolvidos.

Dessa forma, o sucesso de operações de resposta a desastres depende de uma comunicação eficaz desses elementos, aliada a tecnologia de informação precisa para que tenham conhecimento da proporção de vítimas atingidas, sendo de grande importância para administração do fornecimento

de suprimentos.

Sendo assim:

a importância da atuação sistêmica e em rede da SCM evidencia também a necessidade de coordenação e suporte aos fluxos de informação em toda a cadeia. Essa rede, para ter um funcionamento adequado, deve ter um fluxo de informações bom o suficiente para garantir que problemas em um componente da rede não reflitam nos demais, provocando danos na eficiência da cadeia. (Maçada *et al.*, 2007, p3).

Nesse contexto, a atuação sistêmica e coordenada da SCM torna-se ainda mais crucial na logística humanitária, onde a agilidade e a confiabilidade das informações são determinantes para salvar vidas. Em situações de desastre natural, a utilização de VANTs pode fortalecer o fluxo de dados e suprimentos, permitindo uma resposta mais rápida, precisa e eficiente, mesmo em áreas de difícil acesso. Assim, a integração tecnológica e a gestão em rede se consolidam como elementos-chave para a eficácia das operações logísticas em cenários de crise.

2.1.5 Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs)

Os veículos aéreos não tripulados, mais conhecido como VANTs, estão sendo cada vez mais utilizados no mundo moderno. Com o avanço da tecnologia, eles se tornaram uma maneira mais eficiente e sustentável para auxiliar em possíveis situações que necessitem de um mapeamento da área ou até mesmo a entrega de alimentos ou medicamentos.

Os VANTs tiveram sua origem em contextos militares, eles vieram como uma forma mais eficaz e segura de se fazer o mapeamento da área, pois isso só era possível com aeronaves ou satélites. Nessas duas opções, existiam certas dificuldades porque o uso de aeronaves colocava a vida de pilotos em risco e no uso de um satélite, as imagens não tinham uma boa resolução por causa da longa distância, por isso, uma ideia pouco discutida anteriormente, começou a entrar em pauta. Surge, então, a criação dos veículos aéreos não tripulados, os VANTs.

De acordo com Rodrigues (2020), os VANTs foram criados em

meados do século XX e a sua ideia principal era auxiliar países nas guerras com mapeamentos, entrega de cargas pequenas e suprimentos, fotografias de bases inimigas e eles também utilizados como bombas; os primeiros protótipos foram criados para bombardear áreas inimigas.

O primeiro protótipo foi o V-1, que foi criado pela Alemanha, porém esse primeiro VANT, que seria usado como uma bomba tinha alguns problemas de uso, o primeiro era o seu barulho, porque era muito alto e com isso, as tropas inimigas conseguiam saber que estavam sob ataque, o segundo problema era a falta de controle dessa bomba, pois os alemães não sabiam onde ela iria cair, porque ela só caía quando seu motor parava por falta de combustível, ou seja, eles não tinham o controle preciso de onde a bomba iria cair.

Então, com o avanço da tecnologia os principais problemas do V-1 foram sanados, com isso, foi criado o V-2, Esse VANT foi muito importante na história porque foi com a tecnologia dele que os Estados Unidos e a União Soviética fizeram a chamada “guerra espacial” (Jansson, 2012, *apud* Rodrigues, 2020).

Os norte-americanos não pararam só na corrida espacial, eles continuaram usando a tecnologia para criar aeronaves não tripuladas e com isso veio a criação do projeto Aquila, porém o Aquila necessitava de 30 pessoas para ser lançado e ele caía após 20 horas de voo, foi aí que surgiu a chegada de Abraham Karem mais conhecido como o pai dos drones.

Mesmo com os VANTs auxiliando na corrida espacial, essa tecnologia ainda era defasada e existiam muitas dificuldades na utilização dela e Karem percebendo a falta de tecnologia e facilidade no uso desse VANT, ele criou o Albatross e este só necessitava de 3 pessoas para ser lançado e ficou por 56 horas no ar, uma marca que nunca tinha sido atingida antes. De acordo com Djl Oficial / Multilaser (2024), para criar o Albatross, foram necessários poucos recursos tecnológicos, Karem usou fibra de vidro caseiro e restos de madeira, o que torna o feito ainda mais impressionante.

Com os bons resultados que Karem atingiu, ele conseguiu o apoio e financiamento do governo dos Estados Unidos para os seus projetos, possibilitando a criação de novos VANTs para o uso militar dos EUA, o próximo VANT que foi desenvolvido por ele foi o Amber.

Com isso, nas décadas seguintes, muitos países começaram a investir no avanço dessa nova tecnologia, o que resultou em um avanço considerável dos VANTs no mundo todo, possibilitando modelos cada vez mais eficientes, ágeis e tecnológicos. Porém apenas para o uso do poderio militar, mas ao longo dos anos isso foi mudando, fazendo com que a finalidade do uso dos VANTs não ficasse exclusivamente no uso militar, ele passou a ser usado para lazer, mapeamento de áreas de difícil acesso, auxiliar no resgate, levar cargas, auxiliar na prevenção de desastres, ajudar na agricultura etc. Djl Oficial / Multilaser (2024).

Com o passar dos anos, os VANTs passaram a ser utilizados em outras áreas, além do uso militar, começaram a ser produzidos VANTs para o uso cotidiano e para fins governamentais. De acordo com Souza *et al.* (2022), existem dois tipos de drones, os de asas fixas e os de asas rotativas. O uso deles varia de acordo com a sua finalidade, sendo que os de asas fixas são mais utilizados para fins militares por causa da sua autonomia e velocidade de voo e os de asas rotativas são mais utilizados no cotidiano, mapeamentos de áreas de difícil acesso e entregas de pequeno porte.

Figura 4 - Tipos de drones

Fonte: SEN SIX (2025)

Um dos principais desafios enfrentados no uso dos VANTs na logística humanitária é a sua legislação, por se tratar de ser um tema recente no Brasil, as legislações envolvidas muitas das vezes acabam restringindo a sua utilização. De acordo com Hentz (2018), os VANTs são classificados em três classes, divididas pelo peso que o VANT suporta na decolagem, sendo assim, as classes um e dois só podem ser pilotadas por profissionais que tenham a licença da ANAC. Quando um VANT ultrapassa 250 gramas são necessários diversos documentos e normas possa realizar o voo dentro das especificações ideais, como o cadastro na ANAC, o seguro, o documento de avaliação de risco, o manual do voo entre outros

Alguns exemplos das principais normas segundo o Ministério da defesa (2016) são: A necessidade da autorização emitida pelo DECEA, seguir as regras de voo visual ou por instrumentos, utilizar linguagem e equipamentos adequados para contato entre RPS e serviços de tráfego aéreo, em uso noturno a iluminação do VANT deve estar em conformidade com as normas, a necessidade de operar o VANT somente em condições meteorológicas favoráveis, operar com afastamento de no máximo 500 metros do piloto remoto, o VANT deve estar afastado de prédios, animais ou pessoas por no

mínimo trinta metros a não ser com a autorização do proprietário, a velocidade máxima que ele pode atingir é de 60 km/h, VANTs que operam entre 30 e 120 metros de altura podem atingir a velocidade máxima de 120 km/h, o operador deverá preencher um plano de voo, quando a operação está perto de um aglomerado de pessoas ela terá a análise da autorização condicionada de aeronavegabilidade etc.

Ou seja, para que os VANTs sejam utilizados nas operações é necessário que as regulamentações e normas estejam enquadradas nas operações. Essas normas dificultam o uso dos VANTs e como o tema ainda é muito recente, é necessário que haja mais estudos sobre a legislação para facilitar o uso deles nas operações da logística humanitária, o que irá contribuir em muitas vidas em casos de desastres, porém também é necessário aumentar a segurança e a fiscalização, pois os VANTs podem ser utilizados de forma indevida, como armas e bombas nas mãos das pessoas mal-intencionadas, o que coloca em risco a vida da população.

Os VANTs vêm evoluindo ao longo dos anos e com isso a sua utilidade também foi aumentando, o que era apenas para o uso militar, de acordo com o Departamento de controle do espaço aéreo (2015), passou a ser utilizado para muitas outras áreas, incluindo as filmagens de filmes e séries, o uso civil, o mapeamento de áreas, atividades agrícolas, monitoramento meteorológico, missões de governo, defesa civil, combate ao crime, inspeção de plataformas de petróleo, distribuição de remédios e alimentos etc. Percebe-se que os VANTs vêm ganhando cada vez mais espaço e utilização nos dias atuais, muito disso se dá até mesmo pela economia gerada ao se utilizar um VANT em vez de operar com um helicóptero ou outra aeronave, cujo custo de operação é exorbitante.

Para as operações de logística humanitária, muitas vezes é necessário a utilização de algum meio ou aeronave para realizar o monitoramento do local, entregar alimentos ou medicamentos e efetuar o resgate de pessoas. Percebendo isso, a logística humanitária visa melhorar e agilizar os seus processos, para isso, os VANTs representam uma solução ideal, visando

agilidade e economia. (Djl, Nord Investments e Voejetsbra, 2023 *apud* Schumacher 2025) apresenta, em seu artigo, uma tabela que representa os custos operacionais de algumas modalidades, mais especificamente, o helicóptero, a lancha e o VANT. Nesse exemplo fica claro como a operação de um vant para o mapeamento é muito mais barata do que as outras duas, o helicóptero tem um custo médio por hora de 10.000 reais, a lancha de 3.000 reais e o drone custa, em média, 500 reais por hora, o que equivale a um número seis vezes menor que a lancha e 20 vezes menor que o helicóptero.

Com isso, o uso dos VANTs nas operações logísticas em um todo, gera ótimos resultados econômicos e sustentáveis, possibilitando uma eficiência maior com um custo menor, além deles conseguirem resultados extraordinários no salvamento de vítimas de desastres. Por isso, é importante o investimento dos países nessa tecnologia que é extremamente promissora.

2.1.5.1 VANTs na Logística Humanitária

A Logística Humanitária é um ramo na logística que visa planejar, implementar e controlar materiais e serviços destinados a atender às populações afetadas por desastres naturais. Segundo Gomes *et al.* (2024), a logística humanitária é o campo essencial para a eficácia das respostas a desastres, englobando o planejamento, implementação e o controle do fluxo de bens e serviços em emergências. Sendo assim, trata-se de uma área que está em constante aprimoramento, no qual o uso das tecnologias se torna fundamental para aumentar a eficiência da área.

Considerando os avanços tecnológicos dos últimos anos, especialmente aqueles associados à chamada logística 4.0, podemos observar uma transformação nos processos logísticos em geral. De acordo com o site da TOTVS (2025), a logística 4.0 representa uma evolução da logística, que é marcada pela incorporação de tecnologias avançadas, com o objetivo de otimizar os processos logísticos. Nesse contexto, a integração destas inovações torna-se

necessária para reduzir o tempo de resposta e até melhorar a disponibilidade de recursos nas operações da logística humanitária.

Entre essas ferramentas inteligentes, destacam-se os VANTs. Sousa *et al.* (2022), ressaltam que os drones representam uma inovação tecnológica de alta viabilidade na execução de processos logísticos, pois são equipamentos leves, operados remotamente e capazes de realizar deslocamentos verticais e horizontais, transmitindo e recebendo dados com precisão. Assim, essa tecnologia integra os objetivos da Logística 4.0, promovendo maior eficiência nas respostas humanitárias.

Os veículos aéreos não tripulados, mais conhecidos como drones, são comumente utilizados em missões de mapeamento de áreas prejudicadas. De acordo com Ozorimbo e Silveira (2018) a capacidade dos VANTs de capturar dados em tempo real gera benefícios para todas as etapas de um desastre. É possível obter informações detalhadas sobre a geografia e as condições ambientais de uma região impactada, o que torna possível otimizar etapas. Essa tecnologia contribui significativamente para a gestão de um desastre, independentemente de sua etapa.

Além do mapeamento, os drones também auxiliam na entrega de suprimentos emergenciais, como medicamentos e alimentos, em locais de difícil acesso. Segundo Gondim (2024) Os drones oferecem maior precisão nos resultados, além de reduzir o tempo gasto em processos ao serem utilizados como equipamentos de entrega.

Porém, mesmo apresentando grande potencial, a implementação dos VANTs na Logística humanitária enfrenta alguns desafios significativos.

O primeiro desafio é de ordem regulatória. O uso dos drones em situações emergenciais ainda é limitado e carece de protocolos mais específicos para situações como a estudada. De acordo com Almeida (2024), faz-se necessária uma regulamentação clara e uma legislação específica para operações de drones em ambientes urbanos, garantindo a segurança, a privacidade e o cumprimento de normas aéreas.

A regulamentação é conduzida pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), e abrange os aspectos gerais, como o registro obrigatório de aeronaves com mais de 250g e o cumprimento de regras de segurança e restrições de voos. Entretanto, essas regulamentações não contemplam plenamente os detalhes das operações de resgate.

Além disso, há atualmente um projeto de lei complementar em tramitação na Câmara dos Deputados, que propõe regulamentar o uso de drones por órgãos de segurança pública e forças armadas, incluindo atividades como busca e salvamento. Que poderá futuramente contribuir para a logística humanitária.

Outro desafio, é a escassez da mão de obra qualificada para operar, monitorar e manter os drones. Sousa *et al.* (2022) descrevem que os drones chegam ao Brasil como uma tendência no universo da logística 4.0 sendo responsáveis por atribuir benefícios econômicos e sociais, porém ressalta que ainda existem grandes desafios na questão de mão de obra especializada. Embora esses equipamentos apresentem grande potencial, sua utilização exige pessoas com conhecimento em pilotagem, manutenção e segurança aérea.

A integração de drones na logística humanitária representa um avanço significativo, evidenciando o potencial de novas tecnologias. Essas aeronaves não tripuladas permitem o mapeamento rápido de áreas afetadas e a entrega de suprimentos essenciais em locais de difícil acesso. Entretanto, o aproveitamento dessa tecnologia enfrenta desafios que ultrapassam o campo operacional, destacando-se as barreiras regulatórias no Brasil.

2.1.6 Lead time

O lead time corresponde ao período total em que o produto leva para chegar ao cliente, passando pelas mais diversas etapas da cadeia produtiva. Quando se trata de sua importância, Nishida (2006) afirma que o lead time (prazo ou tempo de espera que ocorre desde o começo da operação até seu

final) é essencial para que a empresa mantenha uma vantagem competitiva e amplie sua posição no mercado, podendo definir se será pioneira em seu segmento.

Lead times mais longos geralmente ocorrem devido a desperdícios ou falhas nos processos logísticos, sendo a demora na obtenção de informações uma das causas mais comuns.

Para melhorar o Lead Time, é necessário mensurá-lo através de indicadores como o acompanhamento de prazos, por exemplo. A padronização dos processos é uma ferramenta eficaz para reduzir desperdícios, o que, por sua vez, contribui para agilizar o fluxo operacional.

2.1.7 Comparação entre as ações de resposta às enchentes no Rio Grande do Sul sem e com o uso de VANTs

O Estado do Rio Grande do Sul já enfrentou inúmeras enchentes ao longo dos anos, muito disso se deve à sua localização, porém, o uso indevido do solo e as mudanças climáticas também tem contribuído significativamente para esses eventos, tornando as enchentes cada vez mais intensas e destrutivas.

A enchente de 1941, que até então era a maior já registrada no Rio Grande do Sul, foi um dos maiores desastres ocorridos no território brasileiro, causando inúmeras mortes, feridos e desabrigados, números que impressionam até os dias atuais. O evento ocorreu entre os meses de abril e maio, atingindo o seu pico no dia 8 de maio, quando as águas chegaram ao nível recorde, superado apenas pela enchente de 2024.

Embora a enchente de 1941 tenha sido menor que a de 2024, os impactos por ela causados foram devastadores para a população. De acordo com Guimaraens, (2009 *apud* Silveira, 2020), a cidade de Porto Alegre, que contava com aproximadamente 272 mil habitantes, foi a mais atingida, registrando cerca de 70 mil desabrigados — o equivalente a 26% da população da época — e um terço das empresas ficaram submersas por cerca de 40 dias. O nível máximo do rio Guaíba que a enchente de 1941

alcançou foi de 4,76 metros no dia 8 de maio e a sua cota máxima era de 3 metros. As águas ultrapassaram essa cota no dia 3 de maio e, mesmo assim, continuaram subindo até chegar no pico do dia 8. As chuvas ocorreram por 24 dias, de 13 de abril ao dia 6 de maio e atingiram diversas cidades.

Nos resgates realizados durante a enchente, como a tecnologia da época era limitada, utilizaram-se barcos, botes e carroças, o que tornava as operações lentas e difíceis. Essa enchente causou grandes danos e prejuízos para a população, e a reconstrução da cidade após o ocorrido demandou muitos anos.

Conforme aponta a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2024), as inundações que afetaram o Rio Grande do Sul entre abril e maio de 2024 constituíram um dos fenômenos hidrológicos mais graves já observados no Brasil, caracterizadas por precipitações de intensidade, duração e alcance sem precedentes. Além disso, destaca que o Estado (RS) sofreu o maior desastre natural de sua história em maio de 2024, quando, dos 497 municípios gaúchos, 478 foram afetados, com quase 2 milhões e 400 mil pessoas afetadas.

Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico *et al.* (2024), o evento climático deixou mais de 15 mil km² alagados, provocando graves impactos sociais e humanos, incluindo 183 mortes, 27 desaparecidos e cerca de 806 feridos.

Além dos impactos já descritos, o comportamento hidrológico da cheia também se destacou pela rapidez e pela intensidade. Segundo dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), a ascensão das águas do Rio Guaíba em Porto Alegre apresentou-se de modo muito mais acelerado que eventos históricos anteriores, implicando num cenário de cheia mais crítico em 2024:

O intervalo entre os maiores desastres já registrados no RS é de 83 anos. Apesar disso, observa-se que o desafio logístico relacionado ao lead time — isto é, o tempo total necessário para atender às demandas das vítimas com suprimentos essenciais, como roupas, alimentos, água,

medicamentos e itens de higiene pessoal ainda se mantêm como um dos principais obstáculos em situações de urgência. No entanto, em comparação a anos anteriores, quando ainda não existia essa tecnologia, os VANTs têm demonstrado grande utilidade nesses cenários de crise, seja na localização de vítimas, no mapeamento e análise das áreas atingidas, na avaliação dos impactos ambientais das enchentes ou mesmo na entrega de suprimentos.

Nas enchentes de 2024, foram empregados diversos modelos desses equipamentos, disponibilizados pelo próprio governo e pelas Forças Armadas do Brasil, alguns deles utilizados pela primeira vez em um desastre natural. Uma das vantagens é que os VANTs realizam decolagem vertical e voam como aviões, mas não necessitam de pista de decolagem. Além disso, conseguem sobrevoar por mais de uma hora, cobrir áreas extensas e captar imagens com alta precisão.

Para dar suporte às operações de mapeamento e reconstrução nas áreas afetadas, o governo mobilizou equipes especializadas para atuar esses equipamentos:

Ao todo, 12 drones e oito pilotos vão mapear as cidades atingidas pelas enchentes no Vale do Taquari e, depois, repetir o trabalho em todas as cidades que decretaram calamidade pública, no Rio Grande do Sul. Hoje, segundo a Defesa Civil, são 95 em todo o estado (G1, 2024).

Sendo assim, a utilização dos VANTs —popularmente denominados drones — foi de grande ajuda nas enchentes de 2024, possibilitando um tempo de resposta menor em comparação a catástrofes anteriores, além de permitir a visualização da magnitude do desastre e o acesso a informações essenciais e precisas para a tomada de decisões posteriores. De acordo com Anhesini (2024), a Força Aérea Brasileira (FAB) disponibilizou VANTs (drones) para auxiliar no resgate das vítimas e no mapeamento das enchentes, o que possibilitou o salvamento de mais de 20 mil pessoas.

Contudo, o avanço tecnológico, especialmente o uso dos veículos aéreos não tripulados, em conjunto com a logística humanitária e os órgãos responsáveis — permite que os dados e notícias sejam divulgados com

maior agilidade e precisão, oferecendo às pessoas em situação de crise mais alternativas, melhor compreensão do ocorrido e confiança de que o máximo está sendo feito.

2.2 Procedimentos metodológicos

Em termos metodológicos, este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e o objetivo de explicar e explorar resoluções para um problema identificado em uma situação específica. Trata-se, portanto, de um estudo de caso que utiliza como fontes de pesquisa secundária artigos e obras de diversos autores. Além disso, foi empregado o método dedutivo para a definição e delimitação do tema da pesquisa

De acordo com Gil (2008, p. 57–58), o estudo de caso tem como um de seus principais aspectos o fato de ser uma pesquisa aprofundada de poucos objetos — podendo, inclusive, abranger apenas um exemplar —, o que possibilita uma análise mais ampla e detalhada. Tal profundidade seria difícil de alcançar por meio de outros delineamentos.

Com base em Yin (2005, p. 32, apud Gil, 2008, p. 58), o estudo de caso pode ser compreendido como um tipo de pesquisa empírica que tem por objetivo examinar um objeto inserido em seu contexto de realidade, especialmente quando a relação entre o objeto e esse contexto não está claramente definida, utilizando-se, para tanto, de várias fontes de evidência.

Segundo Gil (2008, p. 28), a pesquisa descritiva tem por objetivo caracterizar aspectos relativos a um grupo específico, a um fenômeno ou à definição de possíveis relações entre diferentes variáveis. Já as pesquisas explicativas buscam identificar e compreender os fatores que originam ou influenciam determinado fenômeno. Esse tipo de investigação aprofunda o conhecimento da realidade, por procurar explicar as causas e a origem dos fatos, sendo, portanto, uma modalidade mais complexa e suscetível a erros.

2.2.1 Cronograma

Tabela 1 - Cronograma

Atividades	fev/25	mar/25	abr/25	mai/25	jun/25	jul/25	ago/25	set/25	out/25	nov/25
Delimitação do tema	X									
Levantamento bibliográfico		X	X	X	X	X				
Análise de fontes		X	X	X	X	X				
Discussão		X	X	X	X	X	X	X		
Redação do Projeto		X	X	X	X	X	X	X	X	
Revisão de escrita							X	X	X	
Revisão de normas							X	X	X	
Entrega										X

Fonte: Os próprios autores, 2025.

Portanto, infere-se que o projeto teve início em fevereiro de 2025 e tem como data prevista para entrega o mês de novembro do mesmo ano.

2.3 Análise de resultados

Nessa seção, será avaliada a importância do uso dos VANTs na logística humanitária e no resgate em ocorrências de desastres naturais, especialmente nas enchentes que afetaram o Estado do Rio Grande do Sul em 2024. Para isso, foram realizadas pesquisas sobre temas como enchentes, logística humanitária, geografia do Rio Grande do Sul, uso de VANTs e um comparativo entre as duas maiores enchentes que ocorreram no Estado.

2.3.1. Resultados

Devido à falta de planejamento urbano em diversas cidades do Rio Grande do Sul, somada às mudanças climáticas que ocorrem em todo o mundo, as enchentes no estado tornaram-se cada vez mais frequentes ao longo dos anos. Por isso, cabe ao governo adotar medidas preventivas para evitar que esses desastres se repitam nos próximos anos. Por isso, cabe ao governo adotar medidas preventivas para evitar que esses desastres continuem a se repetir.

A logística humanitária utiliza os VANTs para auxiliar e aprimorar seus processos de resgate, monitorando e mapeando os locais afetados, além de realizar a entrega de alimentos e medicamentos em áreas prejudicadas

pelas enchentes.

Compreende-se que a utilização dos VANTs é de grande importância, pois, além de permitir uma operação mais eficiente da logística humanitária, também contribui para a redução dos custos operacionais. Em um comparativo feito por Schumacher 2025 (*apud* Djl, Nord Investments e Voejetsbra, 2023) a utilização de um VANT, em vez de um helicóptero, reduz o custo operacional em até vinte vezes.

A geografia do Rio Grande do Sul é uma das principais causas da ocorrência das enchentes no estado, pois, com o crescimento urbano, a população passou a ocupar áreas indevidas, como as de alagamento, o que agravou a frequência desses eventos devido à falta de escoamento da água.

Os VANTs constituem uma tecnologia que vem se desenvolvendo ao longo dos anos e sendo cada vez mais utilizada em diversas áreas. Este estudo evidencia a importância do uso dessa inovação para otimizar os processos da logística humanitária, pois ela permite maior eficiência no mapeamento, redução de custos operacionais e aumento da segurança para a população. O impacto de se empregar um VANT em vez de um helicóptero é, portanto, altamente significativo nas áreas atingidas.

Na utilização desse recurso tecnológico, existem limitações técnicas e operacionais e imitações regulatórias e ambientais. Ou seja, apesar do grande potencial dos VANTs para operações de resposta a desastres, como mapeamento rápido, interdição de áreas inacessíveis e suporte à logística humanitárias, existem limitações importantes que precisam ser reconhecidas. A autonomia de voo ainda é restrita pelo tempo de bateria e pela capacidade de carga útil, o que limita o alcance e a duração das missões. As condições meteorológicas adversas, como vento forte, chuva intensa ou visibilidade reduzida, podem comprometer o desempenho das aeronaves não tripuladas.

Além disso, a infraestrutura de apoio, como estações de carregamento, equipes qualificadas e comunicações robustas, muitas vezes está comprometida justamente quando o desastre ocorre. Algumas das principais dificuldades para a implementação dessa tecnologia estão relacionadas à

regulamentação, uma vez que os VANTs são relativamente recentes no Brasil e no mundo, e certas legislações ainda restringem seu uso. Para que possam operar legalmente, é necessário atender a diversas especificações previstas em lei. Apesar dessas limitações, a utilização dos VANTs contribui significativamente para a redução do tempo de resposta e dos custos operacionais na logística humanitária.

Comparando as duas maiores enchentes já registradas no Rio Grande do Sul, em 1941 e 2024, conforme citado anteriormente, observa-se que, apesar dos avanços estruturais e tecnológicos ao longo de mais de oito décadas, ou seja, 80 anos, os desafios logísticos e operacionais permanecem expressivos. Em 1941, o nível do Guaíba atingiu 4,76 metros, afetando cerca de 70 mil pessoas e expondo a fragilidade da infraestrutura e do tempo de resposta institucional da época, já que naquela época não possuía sistemas adequados de contenção de cheias tinham capacidade limitada de mobilização e coordenação. Isso incluía demora na evacuação, falta de equipes preparadas, recursos insuficientes e comunicação pouco eficiente, o que resultou em atrasos na ajuda às pessoas afetadas. Já em 2024, mesmo com diques, estações de bombeamento e sistemas de monitoramento avançados, o nível das águas superou o marco histórico, chegando a aproximadamente 5,37 metros o que provocou novo colapso operacional, onde mais de 2,4 milhões de pessoas foram impactadas pela cheia e exigiu grande mobilização humanitária. Apesar da cheia de 1941 ter tido duração de aproximadamente 20 dias e a de 2024, 30 dias, ambas tiveram impactos severos sobre a população e infraestrutura urbana na região.

Nesse cenário, os VANTs demonstraram potencial significativo para reduzir o lead time das ações de resposta, permitindo mapeamento rápido de áreas alagadas, identificação de rotas seguras, apoio às operações de resgate e entrega ágil de suprimentos essenciais. Embora não substituam métodos convencionais, os VANTs representam um recurso relevante para mitigar atrasos logísticos em desastres de grande escala, contribuindo para maior eficiência das ações humanitárias em um contexto de eventos climáticos cada vez mais extremos no Estado.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo identificar a aplicação dos veículos aéreos não tripulados (VANTs) em áreas afetadas por desastres naturais, buscando compreender como essa tecnologia emergente auxiliou no amparo e no controle de danos em uma situação crítica, como as enchentes ocorridas no estado do Rio Grande do Sul em 2024.

Além disso, foi proposto um comparativo entre um cenário em que houve a utilização dos VANTs e outro em que o recurso não foi aplicado, com o objetivo de avaliar os resultados obtidos por meio dessa tecnologia.

O estudo justifica-se pela importância de explorar as vantagens do uso de uma tecnologia que proporciona maior acessibilidade a áreas de difícil alcance por outros meios, de forma rápida e prática, sendo a velocidade um fator primordial para a redução de danos e o controle de situações de risco. Portanto, mesmo em menor escala, o trabalho buscou contribuir para a exploração dessa tecnologia, apresentando os resultados de sua aplicação, bem como o levantamento dos principais prós e contras de sua utilização em cenários afetados por enchentes.

Ao realizar o comparativo, constatou-se que, embora a enchente de 1941 tenha ocorrido em menor escala, a proporção de pessoas desaparecidas foi maior em relação à de 2024. Além disso, a tecnologia utilizada na época, devido às suas limitações, não foi capaz de oferecer suporte adequado às vítimas, resultando em um tempo de resposta mais lento e menos eficaz. Os VANTs demonstraram capacidade de proporcionar maior agilidade no lead time, além de ampliar o alcance e a acessibilidade nas áreas afetadas pelo desastre.

Apesar disso, ainda existem desafios que afetam diretamente o uso dos VANTs na Logística Humanitária, como as legislações restritivas quanto às regras de pouso, a demora na obtenção de autorizações para operar em áreas devastadas e a dificuldade de operação em terrenos acidentados e de difícil acesso, entre outros.

Portanto, conclui-se que a utilização de VANTs em áreas afetadas

por desastres naturais demonstra grande potencial no que tange à velocidade de resposta em eventos catastróficos. A ferramenta abordada tem-se mostrado uma aliada valiosa e necessária para a melhoria e otimização dos processos de mapeamento de terrenos afetados por desastres e de entrega de suprimentos nesses locais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, André. Entregas com drones enfrentam desafios para revolucionar a logística do delivery e transformar o CX. **Inovativos**, 2024. Disponível em: <https://inovativos.com.br/2024/01/31/entregas-com-drones-desafios-logistica-delivery-e-transformar-cx>. Acesso em: 20 out. 2025.

ALONSO, Ângela; COSTA, Valeriano. Ciências sociais e meio ambiente no Brasil: um balanço bibliográfico. BIB — **Revista Brasileira de Informação Bibliográfica em Ciências Sociais**, [S. P.], n. 53, p. 35-78, 1.º sem. 2002. Disponível em: <https://bibanpocs.emnuvens.com.br/revista/article/view/245/236>. Acesso em: 30 out. 2025.

ANHESINI, Victória. Mais de 20 mil vidas são salvas no RS com a ajuda de drones e aplicativos. **Terra – Byte**. Disponível em: <https://www.terra.com.br/byte/mais-de-20-mil-vidas-sao-salvas-no-rs-com-a-ajuda-de-drones-e-aplicativos,47a7ab37c5aef68af0d27f9c3e9cad9xgcsiycn5.html>. Acesso em: 05 nov. 2025.

ANJOS, Anna Beatriz Anjos. No Brasil, 3 a cada 4 vivem em municípios com mais risco de desastres causados por chuvas. **Agência Pública**. Disponível em: <https://apublica.org/2024/05/no-brasil-3-a-cada-4-vivem-em-municipios-com-mais-risco-de-desastres-causados-por-chuvas/>. Acesso em: 23 mar. 2025.

AQUINO, Magali. **Adoção de blockchain na gestão de cadeias de suprimentos do Brasil**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo, 2019. 86 p. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/items/6160fb0d-ddae-462f-be6d-cb4eb52ad9d0>. Acesso em: 14 jun. 2025.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial**: Transportes, Administração de Materiais, Distribuição Física. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

BAPTISTA, Luís. SIG e os Desastres Naturais. **Magazine Digital eUAU!**. Disponível em: <https://app.box.com/s/tq414y0ic4>. Acesso em: 26 maio 2025.

BARBIERI, José Carlos. Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. 3. ed. atual. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2012.

CABRAL FILHO, Djalma Alves. **Gestão logística e tendências da logística 4.0**. 1. ed. Curitiba: Atena Editora, 2023. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/index.php/catalogo/ebook/gestao-logistica-e-tendencias-da-logistica-4-0>. Acesso em: 04 nov. 2025.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Projeto regulamenta uso de drones por órgãos de segurança pública e forças armadas. **Agência Câmara de Notícias**, 14 mai. 2025. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/1150015-projeto-regulamenta-uso-de-drones-por-orgaos-de-seguranca-publica-e-forcas-armadas>. Acesso em: 19 out. 2025.

CARDOSO, Telma Abdalla de Oliveira; COSTA, Fernando Guilherme da; NAVARRO, Marli B. M. de Albuquerque. Biossegurança e desastres: conceitos, prevenção, saúde pública e manejo de cadáveres. **Physis Revista de Saúde Coletiva***, Rio de Janeiro, v. 22, n. 4, p. 1523-1542, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/physis/a/mMkbtgFjnj6hskq6zZxVmQF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 2 out. 2025.

CHIARINI, Túlio. Pobreza e Meio-Ambiente no Brasil Urbano. **Revista Economia Ensaios**, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, v. 21, n. 1, 2009. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistaecnomiaensaios/article/view/1552>. Acesso em: 13 out. 2025

COSTA, João Paulo; DIAS, Joana Matos; GODINHO, Pedro. **Logística**. Imprensa da Universidade de Coimbra, 2010.

DJI / LOJADJI. A História dos Drones: da Segunda Guerra Mundial à Era Digital. **Blog Oficial**, 2 maio 2024. Disponível em: <https://blog.lojadji.com.br/historia-dos-drones/>. Acesso em: 18 out. 2025. Acesso em: 18 out. 2025.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO - **DECEA**. Voos de VANT (drones). Entenda melhor! Disponível em: https://www.decea.mil.br/?i=midia-e-informacao&p=pg_noticia&materia=autorizacoes-para-voos-de-vant-entenda-melhor. Publicado em: 12 fev. 2015. Acesso em: 03 nov. 2025.

FLEURY, Paulo Fernando. **Logística no Brasil**: situação atual e transição para uma economia verde. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, Rio de Janeiro, p. 1–44, 2012. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/js/putstrea/1408/15441/1/Log%C3%ADstica%20no%20Brasil_P_BD.pdf. Acesso em: 30 out. 2025.

FREITAS, Carlos Machado de; SILVA, Diego Ricardo Xavier; SENA, Aderita Ricarda Martins de; SILVA, Eliane Lima; SALES, Luiz Belino Ferreira;

CARVALHO, Mauren Lopes de; MAZOTO, Maíra Lopes; BARCELLOS, Christovam; COSTA, André Monteiro; OLIVEIRA, Mara Lúcia Carneiro; CORVALÁN, Carlos. Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 9, p. 3645-3656, set. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csc/2014.v19n9/3645-3656/#ModalTutors>. Acesso em: 23 maio 2025.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA (**FEE**). RS em números 2013. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <https://arquivofee.rs.gov.br/wp-content/uploads/2017/07/20170711rs-em-numeros-2013.pdf>. Acesso em: 05 out. 2025.

GASTAUD, Antonio Carlos. **Tecnologia da informação na gestão da cadeia de suprimentos: o caso da indústria de gases**. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/rj/pr od/a/ TQ3N PzHS gMK LCm 9WK 44cq vs/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 14 jun. 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, Layra Adriana; ARAÚJO, Marcos Vinícius Santana de. Logística humanitária no Rio Grande do Sul. **Journal of Urban Mobility, Logistics and Sustainable Smart Cities**, v. 1, n. 2, p. 96–108, 2024. Disponível em: https://mobicities.com/index.php/path/article/view/18/Artigo_7. Acesso em: 14 out. 2025.

GONDIM, Y. Análise da utilização de drones na distribuição de medicamentos no cenário brasileiro de enchentes. 2024. **Trabalho de Conclusão de Curso** — PUC- Rio.

GOV.BR. Pesquisadores e gestores avaliam impactos sociais e econômicos da enchente de maio. **Gov.br**. Disponível em: <https://www.gov.br/reconstrucao/pt-br/acompanhe-a-reconstrucao/noticias/pesquisadores-e-gestores-avaliam-impactos-sociais-e-economicos-da-enchente-de-maio#:~:text=Os%20impactos%20econ%C3%B4micos%20se%20traduziram,100%20bilh%C3%B5es%2C%20segundo%20estudos%20preliminares>. Acesso em: 12 maio 2025.

GOVERNANÇA. **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística**, v. 5, n. 3, p. 159-174, 2015.

GURGEL, Rhuan Toledo. **Impressão 3D na logística**: os impactos da revolução digital nas cadeias de suprimento do poder naval do futuro. 2022. Disponível em: <https://www.portaldeperitodicos.marinha.mil.br/index.php/passadico/article/view/2842>. Acesso em: 14 jun. 2025.

G1. Ibama usa drones para mapear cidades atingidas pelas enchentes no RS e planejar reconstrução. **G1**, 31 maio 2024. Disponível em: [\[https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2024/05/31/ibama-usa-drones-para-mapear-cidades-atingidas-pelas-enchentes-no-rs-e-planejar-reconstrucao.ghtml\]](https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2024/05/31/ibama-usa-drones-para-mapear-cidades-atingidas-pelas-enchentes-no-rs-e-planejar-reconstrucao.ghtml). Acesso em: 28 out. 2025.

HARA, Celso Minoru. **Logística**: armazenagem, distribuição, trade marketing. 4.ed. Campinas: Alínea, 2011.

HENTZ, Ângela Maria Klein. Obtenção de informações dendrométricas para inventário florestal automatizado por meio de veículo aéreo não tripulado (VANT). **Tese de Doutorado** — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/60697>. Acesso em: 03 nov. 2025

JACOBI, Pedro Roberto. Meio ambiente e sustentabilidade. **CEPAM – Centro de Estudos e Pesquisas de Administração Municipal (org.)**. O município no século XXI: cenários e perspectivas. São Paulo: CEPAM, 1999, p. 175-183. Acesso em: 13 out. 2025

KOBIYAMA, Masato et al. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Curitiba: Organic Trading, 2006.

LEIRAS, Adriana; YOSHIZAKI, Hugo Tsugunobu Yoshida; SAMED, Márcia Marcondes Altimari; GONÇALVES, Mirian Buss. **Logística humanitária**. Petrópolis, RJ: Elsevier, 2017.

LEITE, Márcio José Souza; SANTOS, Ailton Luiz dos; PEREIRA, Dilson Castro;

LICCO, Eduardo Antonio; MAC DOWELL, Silvia Ferreira. Alagamentos, Enchentes, Enxurradas e Inundações: digressões sobre seus impactos socioeconômicos e governança. Iniciação — **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística**, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 159–174, dez. 2015. ISSN 2179-474X. Disponível em: https://www1.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/wp-content/uploads/2015/12/110_IC_artigo-.pdf. Acesso em: 14 nov. 2025

LIMA, José Alcides Queiroz. Definições e conceitos de drones na segurança pública: uma análise integrativa. **Revista FT**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 130, 2024. Disponível em: <https://revistaft.com.br/definicoes-e-conceitos-de-drones-na-seguranca-publica-uma-analise-integrativa/>. Acesso em: 14 jun. 2025.

MAÇADA, Antonio Carlos Gastaud; FELDENS, Luis Felipe; SANTOS, André Moraes dos. Impacto da tecnologia da informação na gestão das cadeias de suprimentos: um estudo de casos múltiplos. **Gestão & Produção**, São Carlos, abr. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/m8Xzv59yc7J3NKzYNx6jfdP/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 15 out. 2025.

MOL, Rian. Introdução aos drones: o que são e como funcionam os drones? 2020. Disponível em: <https://www.makerhero.com/blog/o-que-e-como-funciona-um-drone/>. Acesso em: 14 jun. 2025. **MINISTÉRIO DA DEFESA. Comando da Aeronáutica**. ICA 100-40: Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro. Brasília: Departamento de Controle do Espaço Aéreo, 22 dez. 2016. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/ajuste-01/cartografia/divcar/2020/07-ica_100-40_trafegoaereo_22_12_2016.pdf. Acesso em: 14 nov. 2025.

MORANDINI, Moisés Miranda; VECHIO, Gustavo Henrique del. Impressão 3D, tipos e possibilidades: uma revisão de suas características, processos, usos e tendências. 2020. **Revista Fatec Taquaritinga**. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacedetecnologica/article/view/866/523>. Acesso em: 14 jun. 2025.

MOURA, Benjamim. **Logística**: conceitos e tendências. Centro Atlântico, 2006.

NISHIDA, Lando T. Reduzindo o lead time no desenvolvimento de produtos através da padronização. **Artigos Lean Institute Brasil**, 2006. Disponível em: http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_74.pdf. Acesso em: 03 abr. 2025

NOGUEIRA, Christiane Wenck; GONÇALVES, Mirian Buss; NOVAES, Antônio Galvão. Logística humanitária e logística empresarial: relações, conceitos e desafios. **Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**, 21., 2007, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: ANPET, 2007.

OLIVEIRA, Regina Célia de. A problemática das enchentes e o planejamento urbano. **Geografia (Rio Claro)**, v. 24, n. 2, p. 65-73, ago. 1999.

OROZIMBO, Yanne Cristina Ribeiro; SILVEIRA, Rebecca Impelizieri Moura da. A utilização de veículos aéreos não tripulados (VANTs) na logística humanitária: uma visão dos empecilhos encontrados em órgãos de defesa em Minas Gerais. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2018. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/7767>. Acesso em: 14 nov. 2025.

ORSI, Lecy Cirilo. **Meio ambiente e sustentabilidade**. Salvador: UNIFACS, 2014.

POIRIER, C. C.; REITER, S. E. **Supply chain optimization**. San Francisco: Berret- Koehler, 1996.

POLI, Cláudia Maria Basso. As causas e as formas de prevenção sustentáveis das enchentes urbanas. **Trabalho acadêmico - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC)**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023.

RIO GRANDE DO SUL. **Secretaria da Administração e dos Recursos Humanos. RS em números**. Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: <https://www.estado.rs.gov.br/secarias>. Acesso em: 19/10/2025.

RODRIGUES, Filipe Santiago. VANT: de sua criação aos dias atuais [Monografia de Graduação – Bacharel em Ciências Aeronáuticas]. Palhoça: Universidade do Sul de Santa Catarina, 2020. Disponível em: <https://repositorio-api.ani.maceducac.com.br/server/api/core/bitstreams/df9dae64-f68b-466e-88a0-6a22e2a1457d/content>. Acesso em: 10 ago. 2025.

SCHUMACHER, Marcos Roberto. Drones no salvamento aquático: eficiência e aplicações no Corpo de Bombeiros do Paraná. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação (REASE)**, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 669-689, mar. 2025. Disponível em: <https://periodico.rease.pro.br/rease/articulo/view/18345/10639>. Acesso em: 04 abr. 2025.

SEIFFERT Mari Elizabete Bernardini. **Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2014. Disponível em: <https://livros.poisson.com.br/ambiental/volume3/GA3.pdf>. Acesso em 28 set. 2025.

SILVEIRA, André Luiz Lopes da. Chuvas e vazões da grande enchente de 1941 em Porto Alegre/RS. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 35, p. 69- 90, 2020. ISSN 2446- 7251. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/217187/001118240.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 6 set. 2025.

SILVA, Larissa Costa da; SILVA, Natalia Freire Pereira; SILVA, Natalí Sena; LIRA, Sarah da Silva D.; OLIVEIRA, Amelia Aline Cavalcante Lima. Logística humanitária: conceitos para o gerenciamento de riscos ambientais. In: **XIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental – CBGA**, 13., 2022, Teresina.

Anais [...]. Teresina: IBEAS, 2022. p. 1-3. Acesso em: 12 out. 2025.

SOGEOGRAFIA. Rio Grande do Sul. 2025. **Só Geografia**. Disponível em: <https://www.sogeo-grafia.com.br/Conteudos/Estados/RioGrandedoSul/>. Acesso em: 15 jun. 2025.

SOUSA, Felipe Vieira de; LITTIG, Mateus de Sousa. A versatilidade do drone na execução de processos logísticos. In: **XIII FATECLOG – Os impactos das novas demandas pós pandemia, nos sistemas logísticos das organizações**, 10 e 11 de junho de 2022, Mauá (SP). Anais... Mauá: FATEC Mauá, 2022. ISSN 2357- 9684. Disponível em: <https://fateclog.com.br/anais/2022/654-1393-1-RV.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2025.

TATHAM, Peter; CHRISTOPHER, Martin (ed.). **Humanitarian logistics: meeting the challenge of preparing for and responding to disasters**. 2.ed. London: Kogan Page, 2014.

TOTVS. Logística 4.0: o que é, suas tecnologias e benefícios. **Gestão Logística**, 18 jan. 2024. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/gestao-logistica/logistica-4-0/>. Acesso em: 17 out. 2025.

XIMENES, Fransioli Elisa. Enchentes e saúde: levantamento das diferentes abordagens e percepções, Região do Médio Paraíba, RJ. 2010. **Tese de Doutorado (Fiocruz)**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, 2010.