

ARTIGO ORIGINAL

**Responsabilidades dos terminais portuários em acidentes com  
empilhadeiras reach stacker: Um estudo multidisciplinar**

**Responsibilities of port terminals in accidents with reach stackers: A  
multidisciplinary study**

Acácio Pereira de Macêdo Neto<sup>1\*</sup>, João Gilberto Mendes dos Reis<sup>2</sup>, Gabriel Santos Rodrigues<sup>3</sup>, Paula Ferreira da Cruz Correia<sup>4</sup> & Jonatas Santos de Souza<sup>5</sup>



Avaliação: *Double Blind Review* (026/OJS)

Recebido: 30/12/2024 Aceito: 30/12/2024

**Palavras-chave:**

Operações portuárias;  
Reach Stackers;  
Segurança no trabalho;  
Método GUT

**Resumo:** Este estudo investiga as responsabilidades compartilhadas de vários setores em terminais portuários em relação a acidentes envolvendo empilhadeiras Reach Stackers, equipamentos de grande porte essenciais para o manuseio de contêineres. Utilizando uma metodologia híbrida que combina análise de dados quantitativos, consultas técnicas e o método GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), o estudo prioriza ações corretivas nos setores de Administração, Segurança do Trabalho, Manutenção, Operações e Infraestrutura. Os resultados destacam Manutenção e Segurança do Trabalho como setores críticos, exigindo intervenções imediatas para reduzir a frequência e gravidade dos acidentes. As conclusões sugerem que a manutenção proativa, tecnologias preditivas e o treinamento extensivo dos operadores são estratégias essenciais para mitigar os riscos operacionais. O alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, em especial o ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico) e o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), reforça a necessidade de operações portuárias mais seguras e eficientes.

**Keywords:**

Port operations;  
Reach Stackers;  
Occupational safety;  
GUT method.

**Abstract:** This study investigates the shared responsibilities of various sectors in port terminals regarding accidents involving Reach Stackers, large equipment critical for container handling. Using a hybrid methodology combining quantitative data analysis, technical consultations, and the GUT method (Gravity, Urgency, and Trend), the study prioritizes corrective actions across sectors such as Administration, Occupational Safety, Maintenance, Operations, and Infrastructure. The results highlight Maintenance and Occupational Safety as critical sectors, requiring immediate interventions to reduce the frequency and severity of accidents. The findings suggest that proactive maintenance, predictive technologies, and extensive operator training are key strategies to mitigate operational risks. The alignment with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDG 8 (Decent Work and Economic Growth) and SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure), reinforces the need for safer, more efficient port operations.

**URL:** [https://mobicities.com/index.php/path/article/view/26/Artigo\\_9](https://mobicities.com/index.php/path/article/view/26/Artigo_9)

**DOI:** <https://doi.org/10.5281/zenodo.14579705>

<sup>1\*</sup> Acácio Pereira de Macêdo Neto: UNIP, contato@ceconport.com.br, <https://orcid.org/0000-0003-1179-6780>

<sup>2</sup> UNIP, joao.reis@docente.unip.br, <https://orcid.org/0000-0001-6409-2299>

<sup>3</sup> UNIP, biel.rodrigues@outlook.com, <https://orcid.org/0000-0001-8591-9670>

<sup>4</sup> UNIP, paulafecruz@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1648-0398>

<sup>5</sup> UNIP, jonatas1516@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0052-0132>

## 1. Introdução

O mercado de empilhadeiras Reach Stackers desempenha um papel vital no manejo intermodal de contêineres em terminais portuários, industriais e logísticos, representando um segmento dinâmico dentro da logística global (Mordor Intelligence, 2024). Estimado em USD 2.369,09 milhões em 2021, projeta-se que esse mercado atinja USD 3.216,76 milhões até 2027, com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 5,23% (Mordor Intelligence, 2024). Nesse contexto, as empilhadeiras Reach Stacker emergem como equipamentos essenciais para a movimentação e o armazenamento eficiente de contêineres em terminais portuários, otimizando as operações logísticas.

No entanto, a operação dessas empilhadeiras de grande porte é acompanhada de riscos significativos, com uma quantidade expressiva de acidentes, sendo relatada anualmente, resultando em lesões graves e, em alguns casos, fatais (Safety in Numbers, 2021). A segurança nas operações com empilhadeiras Reach Stackers envolve uma série de complexidades, inerentes às atividades portuárias, onde a interação entre equipamentos de grande porte, cargas volumosas e a dinâmica operacional criam um ambiente de alto risco.

A elevada incidência de acidentes aponta para uma necessidade urgente de adoção de estratégias de segurança mais eficazes. Entre essas estratégias, destacam-se a capacitação adequada dos operadores, a manutenção regular e eficiente dos equipamentos, além da implementação de tecnologias de segurança avançadas, que têm o potencial de mitigar riscos operacionais (Commonwealth of Australia, 2013; Ali Makhfud, 2018). Essas medidas não apenas visam proteger a integridade física dos trabalhadores, mas também contribuem para a eficiência e a continuidade das operações portuárias.

Além disso, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, especialmente o ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico) e o ODS 9 (Indústria, inovação e infraestrutura), estão diretamente relacionados a esse tema, uma vez que a segurança e a eficiência das operações portuárias promovem um ambiente de trabalho mais seguro e incentivam o desenvolvimento econômico sustentável.

Portanto, com base em uma análise documental rigorosa, revisão crítica da literatura e insights provenientes de experiências práticas, este artigo oferece uma investigação detalhada dos desafios de segurança nas operações com empilhadeiras Reach Stackers.

A pesquisa examina as responsabilidades interdependentes dos diferentes atores envolvidos nos terminais portuários em casos de acidentes envolvendo esses equipamentos. A análise abrange setores fundamentais, como Administração,

Segurança do Trabalho, Infraestrutura, Manutenção e os próprios operadores das empilhadeiras, elucidando as obrigações e práticas necessárias em cada área para prevenir acidentes e mitigar seus impactos.

Ao integrar essas responsabilidades e identificar pontos críticos de falha e melhoria, este estudo busca promover um ambiente operacional mais seguro e eficiente. Essa abordagem alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico) e o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), reforça a importância de políticas e práticas que assegurem a segurança e a sustentabilidade das operações portuárias.

## 2. Revisão da literatura

### 2.1 Empilhadeira de grande porte Reach Stacker

A empilhadeira Reach Stacker é amplamente reconhecida como uma solução versátil e eficiente para a movimentação e armazenamento de contêineres e cargas pesadas em portos e terminais logísticos. Sua flexibilidade e capacidade de adaptação a diferentes tipos de carga fazem dela um equipamento essencial em operações portuárias e industriais.

Com capacidades que variam de 10 a 45 toneladas, as Reach Stackers desempenham um papel fundamental na otimização do espaço de armazenamento, permitindo o empilhamento de contêineres em múltiplas linhas de altura, o que maximiza a eficiência operacional (Castro et al., 2020). A Figura 1 representa uma Empilhadeira Reach Stacker.



Além de sua função tradicional no manuseio de contêineres, as Reach Stackers também são adaptadas para aplicações industriais mais amplas, como o manuseio de bobinas de aço e peças de maquinaria pesada. Sua capacidade de lidar com uma ampla gama de cargas demonstra sua versatilidade, permitindo que operem em diversos ambientes industriais além dos terminais portuários (Ponidi & Makhfud, 2018).

Equipamentos como esses são projetados para maximizar a produtividade em ambientes desafiadores, onde a manipulação segura e eficiente de grandes volumes de carga é crítica. A Figura 2 representa Empilhadeiras Reach Stackers adaptadas para aplicações industriais.

Figura 2: Reach Stacker para Aplicações Industriais



Fonte: Adaptado de Konecranes (2024)

Para que uma Reach Stacker opere com segurança, é imprescindível adotar práticas de manutenção preventiva e preditiva. A manutenção preventiva, especialmente em componentes críticos como vigas telescópicas e sistemas hidráulicos, é essencial para garantir a continuidade das operações e minimizar o risco de falhas durante o uso (Castro et al., 2020). A manutenção preditiva, por sua vez, permite monitorar continuamente o desempenho do equipamento, antecipando falhas e evitando paradas inesperadas, o que não apenas melhora a segurança, mas também otimiza a disponibilidade do equipamento (Ponidi & Makhfud, 2018).

Além da manutenção, a segurança operacional depende da capacitação adequada dos operadores. O treinamento contínuo é fundamental para garantir que os operadores estejam familiarizados com os limites de carga, os procedimentos de emergência e as melhores práticas de manuseio seguro. Isso inclui a compreensão das tecnologias de segurança integradas aos equipamentos, como sensores de proximidade e sistemas de alerta de sobrecarga, que aumentam significativamente a segurança tanto dos operadores quanto dos pedestres e outros trabalhadores no entorno (Skaf et al., 2019).

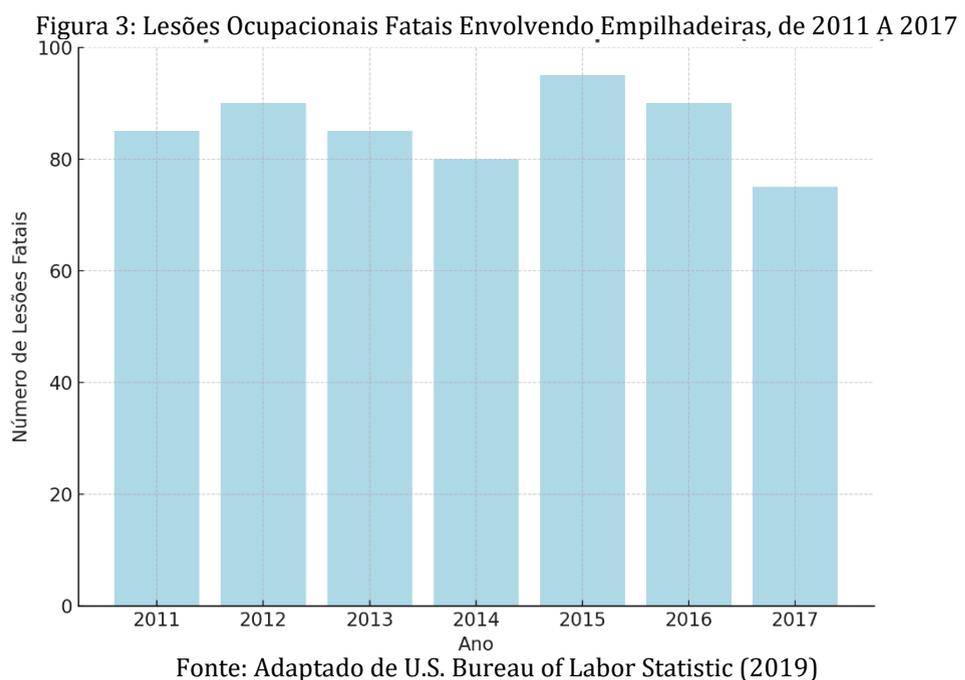
## 2.2 Estatísticas de acidentes com empilhadeiras

A operação de empilhadeiras e Reach Stackers em terminais portuários é uma atividade de alta relevância dentro da logística global, mas também apresenta riscos consideráveis. Esses equipamentos, essenciais para a movimentação de grandes volumes de cargas, estão frequentemente envolvidos em incidentes que resultam em lesões graves ou até fatais. A análise de dados sobre acidentes destaca

a necessidade premente de práticas rigorosas de segurança e treinamento contínuo dos operadores, bem como de uma cultura de prevenção nos ambientes operacionais.

De acordo com o U.S. Bureau of Labor Statistics (2021), em 2021 houve um aumento de 18,8% nas fatalidades entre trabalhadores envolvidos no transporte e movimentação de materiais, totalizando 1.523 mortes. Esses incidentes representaram 38,2% das fatalidades relacionadas ao trabalho em todos os setores da economia, sublinhando o risco elevado associado a essas operações.

Entre 2011 e 2017, foram registrados 614 óbitos em incidentes envolvendo empilhadeiras, além de mais de 7.000 lesões não fatais anuais que resultaram em afastamento do trabalho (U.S. Bureau of Labor Statistics, 2019). Esses números evidenciam a gravidade da situação e apontam para a necessidade de fortalecer as medidas de segurança em torno da operação desses equipamentos, com foco em práticas preventivas e na adequação das condições de trabalho. A Figura 3 representa os números de lesões fatais envolvendo empilhadeira entre os anos de 2011 a 2017.



Essas estatísticas ressaltam a importância de adotar uma abordagem multifacetada para melhorar a segurança nas operações com empilhadeiras, abrangendo desde o cumprimento rigoroso de normas de segurança até a introdução de tecnologias que possam reduzir a probabilidade de erros humanos e falhas mecânicas.

A Occupational Safety and Health Administration (OSHA) estima que ocorrem anualmente entre 35.000 e 62.000 lesões relacionadas ao uso de empilhadeiras. Dentre esses incidentes, aproximadamente 42% dos acidentes fatais

são atribuídos ao tombamento da empilhadeira, o que frequentemente resulta no esmagamento do operador ou de pedestres próximos.

Além disso, 36% das fatalidades envolvem pedestres, evidenciando a necessidade urgente de implementar medidas de segurança mais rigorosas nas áreas de operação desses veículos (Gonzales, 2024). A Figura 4 representa os percentuais relacionados a acidentes com empilhadeiras.

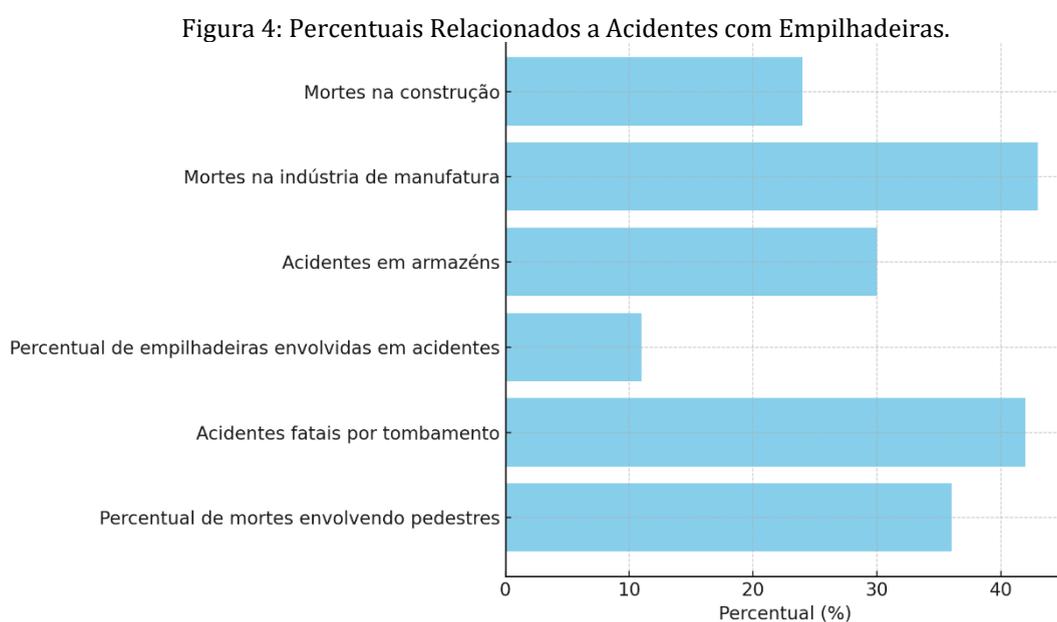


Figura 4: Adaptado de OSHA Forklift Accident Statistics (2024)

A gravidade das lesões causadas por esses incidentes, assim como a alta letalidade, são particularmente preocupantes. Dados mostram que acidentes envolvendo maquinário, como empilhadeiras, resultam em um número de fatalidades três vezes maior do que a média registrada para outros tipos de acidentes de trabalho (ONU, 2022). Esses números reforçam a necessidade de políticas mais rigorosas de segurança e de treinamento contínuo, com foco na proteção efetiva dos trabalhadores, tanto operadores quanto transeuntes, nos locais de operação (ONU, 2022).

A aplicação de medidas preventivas, combinada com um treinamento abrangente e frequente dos operadores, é fundamental para reduzir significativamente o número de acidentes fatais e graves, garantindo a segurança em ambientes de trabalho que envolvem a movimentação de cargas pesadas.

### 3. Metodologia

Este artigo adota uma abordagem híbrida para investigar as responsabilidades compartilhadas entre os setores de Administração, Segurança do Trabalho, Infraestrutura, Manutenção e Operadores em casos de acidentes com empilhadeiras Reach Stackers em terminais portuários.

A metodologia combina análise de dados quantitativos, consulta a fontes técnicas, e o método GUT para priorizar as ações corretivas nos setores mais críticos, com foco na prevenção de acidentes e na integração das responsabilidades para promover a segurança e a sustentabilidade, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

- **Análise de Dados Quantitativos:** Dados sobre acidentes foram coletados de fontes confiáveis, como o *U.S. Bureau of Labor Statistics* e a OSHA, permitindo identificar padrões de risco e falhas nos setores investigados.
- **Experiência Empírica:** Com base em mais de três décadas de experiência no setor portuário, o pesquisador complementou a análise quantitativa com insights sobre práticas operacionais e desafios na prevenção de acidentes.
- **Consulta a Fabricantes:** Informações técnicas de fabricantes de Reach Stackers foram analisadas para entender as inovações e tecnologias de segurança aplicáveis nas áreas de Manutenção e Operação.
- **Revisão de Literatura:** Uma revisão da literatura acadêmica foi conduzida para embasar teoricamente a análise, com foco nas responsabilidades compartilhadas e nas melhores práticas de segurança operacional em terminais portuários.
- **Aplicação do Método GUT para Priorização de Setores:** O método GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) foi utilizado para identificar e priorizar os setores que exigem maior atenção em relação à prevenção de acidentes. Cada setor foi avaliado com base nos três critérios:
  - **Gravidade (G):** O impacto das falhas em termos de segurança operacional e a severidade dos acidentes.
  - **Urgência (U):** A necessidade de ação imediata para mitigar riscos e evitar novos acidentes.
  - **Tendência (T):** A probabilidade de o problema se agravar ao longo do tempo, se não for tratado.
- A combinação desses três critérios gerou um **índice GUT** que permitiu classificar os setores em termos de **prioridade para ações corretivas**. Os setores de **Manutenção e Segurança do Trabalho** emergiram como os de maior prioridade, seguidos pelos setores de **Operação e Infraestrutura**.

Essa metodologia possibilita uma análise integrada das responsabilidades dos setores envolvidos, destacando como essa colaboração pode melhorar a segurança e a sustentabilidade das operações portuárias.

#### 4. Resultados e Discussão

A operação de Reach Stackers em terminais portuários envolve riscos consideráveis, devido à complexidade das operações e ao porte do equipamento. A análise da literatura e dos estudos de caso revelou diversos tipos de acidentes, que foram categorizados nas principais causas a seguir.

#### **4.1 Tipos de acidentes com empilhadeiras Reach Stackers**

##### **4.1.1 Falhas mecânicas e estruturais**

De acordo com Castro et al. (2020), falhas no feixe telescópico das Reach Stackers podem ter consequências graves tanto para o equipamento quanto para a segurança do operador. A integridade estrutural comprometida desses componentes pode resultar em acidentes fatais. Esses casos destacam a importância de inspeções regulares e manutenção preventiva rigorosa para evitar falhas mecânicas. A Figura 5 representa falhas mecânicas e estruturais da Reach Stacker.

Figura 5 – Falhas mecânicas e estruturais



Fonte: Adaptado de CFMPL Exploitation transport (2016)

##### **4.1.2 Falhas devidas à manutenção inadequada**

Ponidi e Makhfud (2018) ressaltam que a implementação de manutenção preditiva em Reach Stackers é fundamental para reduzir a ocorrência de falhas. A falta de uma abordagem proativa na manutenção tem se mostrado um fator significativo em acidentes, sugerindo que a adoção de tecnologias preditivas pode mitigar substancialmente esses riscos.

##### **4.1.3 Erros operacionais**

Erros operacionais são comuns e muitas vezes decorrem da falta de treinamento adequado. Haller et al. (2015) e Putz et al. (2015) destacam a importância da formação de operadores por meio de simuladores, que permitem a aquisição de experiência prática sem os riscos associados à operação real. A utilização de simuladores pode reduzir significativamente a incidência de erros, que são uma causa frequente de acidentes em operações portuárias.

#### 4.1.4 Colisões e capotamentos

As operações com Reach Stackers envolvem riscos aumentados de colisões e capotamentos devido à movimentação de cargas pesadas. Esses acidentes podem ser causados por condições de terreno inadequadas, manobras impróprias ou operação em velocidades não seguras. As consequências incluem danos severos ao equipamento e ferimentos fatais aos operadores e trabalhadores próximos. A Figura 6 representa um acidente com capotamento frontal da Reach Stacker.

Figura 6 – Capotamento frontal



Fonte – Adaptado de Empilhadeiras Integrantes (2019)

#### 4.1.5 Quedas de carga

A queda de cargas é um dos acidentes mais perigosos associados à operação de Reach Stackers. Esse tipo de incidente pode ocorrer por erros na estimativa do peso da carga, falhas nos mecanismos de fixação ou manobras inadequadas, colocando em risco a vida de trabalhadores próximos. A falha nos mecanismos de fixação, em particular, é uma das principais causas identificadas. Figura 7 representa a falha no mecanismo de fixação do contêiner na Reach Stacker.

Figura 7 – Falha no mecanismo de fixação



Fonte: Tecon Santos (2011)

#### 4.1.6 Falhas na infraestrutura portuária

A degradação da infraestrutura portuária, combinada com manutenção deficiente e erros operacionais, pode comprometer a segurança das operações. Segundo o Porto de Santos (2007), o colapso do pavimento sob uma Reach Stacker, causado por falhas estruturais no terminal, pode resultar em graves acidentes, destacando a necessidade de manutenção contínua e avaliação das condições dos terminais.

Figura 8 – Acidente por afundamento do solo



Fonte: Porto de Santos (2007)

#### 4.1.7 Atropelamentos por Reach Stackers

Atropelamentos envolvendo Reach Stackers são uma preocupação crítica de segurança nos terminais. Esses acidentes refletem falhas no gerenciamento do tráfego de equipamentos e pedestres, bem como na sinalização adequada das áreas operacionais. A implementação de medidas de segurança, como a demarcação clara de zonas para pedestres, além de treinamentos frequentes, é essencial para reduzir esses incidentes.

Os diversos tipos de acidentes relacionados às Reach Stackers destacam a complexidade das operações portuárias e os múltiplos fatores de risco envolvidos. A prevenção eficaz desses acidentes requer uma abordagem multifacetada, incluindo a adoção de manutenção preditiva, o uso de tecnologias de segurança, treinamento extensivo dos operadores e o fortalecimento das medidas de segurança operacional.

O cumprimento rigoroso de práticas recomendadas e a conscientização contínua sobre os riscos podem melhorar significativamente a segurança nas operações com Reach Stackers, mitigando impactos negativos e promovendo a sustentabilidade das operações portuárias.

#### 4.2 Resultados com responsabilidades por setor

A análise dos tipos de acidentes envolvendo Reach Stackers não só evidencia a complexidade das operações portuárias, mas também destaca a responsabilidade de diversos setores na prevenção desses incidentes. Cada setor desempenha um papel fundamental na redução de riscos, e a falha em qualquer um deles pode contribuir diretamente para acidentes graves. Abaixo, as responsabilidades de cada setor são associadas a cada tipo de acidente identificado. O Quadro 1 representa a relação dos setores responsáveis, os tipos de acidentes e as medidas preventivas.

Quadro 1 – Relação dos setores responsáveis com os tipos de acidente

<b>Setor Responsável</b>	<b>Tipos de Acidentes</b>	<b>Medidas Preventivas</b>
Manutenção	Falhas mecânicas e estruturais	Inspeções regulares, manutenção preventiva
Manutenção	Falhas devidas à manutenção inadequada	Manutenção preditiva, abordagem proativa
Operação e Administração	Erros operacionais	Treinamento adequado e contínuo, uso de simuladores
Segurança do Trabalho e Operação	Colisões e capotamentos	Gestão de tráfego, verificação de condições de operação
Operação e Manutenção	Quedas de carga	Estimativa correta de peso, fixação adequada da carga
Infraestrutura	Falhas na infraestrutura portuária	Manutenção periódica da infraestrutura, verificação de pavimento
Segurança do Trabalho e Administração	Atropelamentos por Reach Stackers	Demarcação de áreas seguras, uso de sensores de proximidade

Fonte: Adaptado do Autor

#### **4.2.1 Falhas mecânicas e estruturais**

Responsabilidade do Setor de Manutenção: Falhas mecânicas e estruturais, como destacadas por Castro et al. (2020), estão diretamente ligadas à responsabilidade do setor de Manutenção. Esse setor deve garantir que as Reach Stackers sejam submetidas a inspeções regulares e que todos os componentes críticos, como vigas telescópicas e sistemas hidráulicos, estejam em perfeitas condições de funcionamento. A adoção de um programa rigoroso de manutenção preventiva pode evitar falhas catastróficas.

#### **4.2.2. Falhas devidas à manutenção inadequada**

Responsabilidade do Setor de Manutenção: Falhas de manutenção inadequada, como descrito por Ponidi e Makhfud (2018), também recaem sobre o setor de Manutenção. Esse setor deve implementar manutenção preditiva para antecipar possíveis falhas mecânicas, garantindo a continuidade das operações sem interrupções. A falha em realizar essas manutenções leva diretamente a acidentes que poderiam ser evitados com uma abordagem proativa.

#### **4.2.3. Erros operacionais**

Responsabilidade do Setor de Operação e Administração: Erros operacionais são uma responsabilidade compartilhada entre os setores de Operação e Administração. Os operadores, como responsáveis diretos pela operação segura dos equipamentos, devem estar devidamente treinados, conforme destacado por Haller et al. (2015) e Putz et al. (2015). A Administração tem a responsabilidade de garantir que os operadores recebam treinamento contínuo e adequado, além de disponibilizar simuladores e outros recursos de formação, minimizando a probabilidade de erros durante as operações.

#### **4.2.4 Colisões e capotamentos**

Responsabilidade dos Setores de Segurança do Trabalho e Operação: As colisões e capotamentos podem ser evitados com uma adequada gestão do tráfego nas áreas operacionais, que é de responsabilidade do setor de Segurança do Trabalho. O setor de Operação também tem um papel crucial, devendo garantir que as Reach Stackers sejam operadas em velocidades adequadas e que as condições do terreno sejam verificadas antes de qualquer operação. A integração desses dois setores é fundamental para reduzir o risco de capotamentos e colisões.

#### **4.2.5. Quedas de carga**

Responsabilidade dos Setores de Operação e Manutenção: As quedas de carga, como observadas por Tecon Santos (2011), estão relacionadas tanto ao Operador quanto à Manutenção. O setor de Operação é responsável pela estimativa correta do peso da carga e pela garantia de que os mecanismos de fixação estejam devidamente utilizados. O setor de Manutenção, por outro lado, deve garantir que esses mecanismos de fixação estejam em perfeitas condições de funcionamento, realizando inspeções periódicas e trocando componentes desgastados.

#### **4.2.6. Falhas na infraestrutura portuária**

Responsabilidade do Setor de Infraestrutura: As falhas na infraestrutura portuária, como os alicerces de solo descritos pelo Porto de Santos (2007), são

de responsabilidade do setor de Infraestrutura. Esse setor deve garantir que as áreas de circulação e operação estejam em condições adequadas para suportar o peso dos equipamentos pesados, realizando manutenções periódicas no pavimento e prevenindo colapsos que podem comprometer a segurança das operações.

#### **4.2.7. Atropelamentos por reach stackers**

Responsabilidade dos Setores de Segurança do Trabalho e Administração: A responsabilidade por atropelamentos em terminais portuários recai sobre os setores de Segurança do Trabalho e Administração. O setor de Segurança do Trabalho deve garantir que áreas de pedestres estejam claramente demarcadas e que sejam implementadas medidas de segurança, como sensores de proximidade nas Reach Stackers. A Administração deve assegurar que os operadores recebam treinamento frequente sobre as melhores práticas de segurança, bem como investir em tecnologias de segurança que possam prevenir esses incidentes.

#### **4.3 Conclusão dos resultados por responsabilidade setorial**

A prevenção de acidentes com Reach Stackers exige uma abordagem integrada entre os setores de Administração, Segurança do Trabalho, Infraestrutura, Manutenção e Operação. Cada um desses setores desempenha um papel crucial na mitigação dos riscos associados às operações portuárias. A colaboração entre esses setores, associada à aplicação de práticas de segurança rigorosas e tecnologias modernas, pode minimizar acidentes e promover um ambiente de trabalho mais seguro, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

#### **4.4 Aplicação do método GUT ao estudo**

O método **GUT** (Gravidade, Urgência e Tendência) é uma ferramenta eficaz para priorização de problemas e riscos em diversos contextos. No estudo das operações com Reach Stackers, o método GUT pode ser aplicado para avaliar e classificar os riscos associados a cada setor, levando em consideração três critérios:

1. **Gravidade (G):** O impacto ou severidade de um problema ou falha quando ocorre. Quanto maior a gravidade, mais crítico é o problema.
  - Avaliação de 1 a 5, onde 1 é o impacto menor e 5 é o impacto catastrófico.
2. **Urgência (U):** A necessidade de ação imediata para resolver o problema. Quanto mais urgente, mais rapidamente a ação deve ser tomada.
  - Avaliação de 1 a 5, onde 1 significa que a ação pode esperar e 5 significa que a ação deve ser tomada imediatamente.

3. **Tendência (T):** A probabilidade de o problema piorar ao longo do tempo. Quanto maior a tendência, mais rapidamente o problema pode se agravar se não for tratado.
  - Avaliação de 1 a 5, onde 1 significa baixa tendência de piora e 5 significa alta tendência de piora.

O **índice GUT** é calculado multiplicando esses três fatores:

$$GUT = G \times U \times T$$

### **Etapas da Aplicação do GUT**

1. **Definir as Variáveis:** Para cada setor, definimos os três critérios (Gravidade, Urgência e Tendência) com base no impacto de falhas ou problemas nas operações com Reach Stackers.
2. **Aplicar o Método GUT aos Setores:** Avaliamos cada setor em termos de G, U e T.

O quadro a seguir apresenta a análise GUT para os setores investigados no estudo. Ele mostra os valores de **Gravidade (G)**, **Urgência (U)**, **Tendência (T)** e o **resultado final (GUT)** para cada setor.

Esses valores indicam a prioridade que cada setor deve receber em termos de intervenção para prevenir acidentes nas operações com Reach Stackers. Os setores de Manutenção e Segurança do Trabalho obtiveram as maiores pontuações GUT, sugerindo que devem ser tratados como áreas de maior risco e prioridade para ação corretiva. O Quadro 2 representa a aplicação do Método GUT para avaliar e priorizar os setores que devem receber as primeiras intervenções.

Quadro 2 – Aplicação do Método GUT

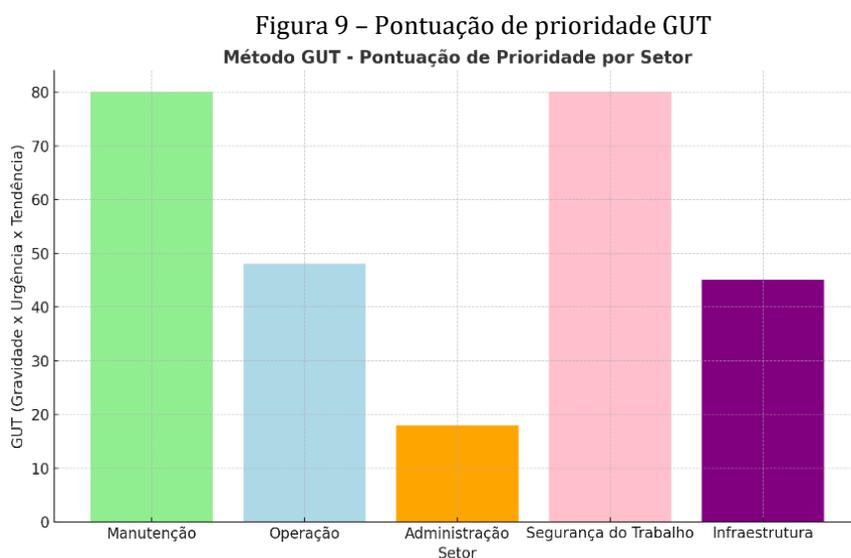
	Setor	Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	GUT (Resultado)
1	Manutenção	5	4	4	80
2	Operação	4	3	4	48
3	Administração	3	2	3	18
4	Segurança do Trabalho	5	4	4	80
5	Infraestrutura	5	3	3	45

Fonte: Adaptado do autor

### Conclusão do Método GUT:

- **Manutenção e Segurança do Trabalho** têm as pontuações GUT mais altas (80), sugerindo que são os setores mais críticos e que devem ser tratados com prioridade.
- **Operação** (48) e **Infraestrutura** (45) também requerem atenção, mas a urgência é um pouco menor.
- **Administração** (18) tem a pontuação GUT mais baixa, indicando que, embora importante, não precisa de intervenção imediata.

A Figura 9 representa a pontuação de prioridade GUT para cada setor, calculada com base nos critérios de Gravidade, Urgência e Tendência.



Fonte: Adaptado do autor

A Figura acima representa a pontuação de prioridade GUT para cada setor, calculada com base nos critérios de Gravidade, Urgência e Tendência:

- **Manutenção e Segurança do Trabalho** têm a pontuação GUT mais alta (80), indicando que são setores críticos e exigem atenção prioritária.
- **Operação** (48) e **Infraestrutura** (45) também apresentam níveis moderados de prioridade, com necessidade de intervenção, mas com menos urgência em comparação aos setores principais.
- **Administração** apresenta a pontuação GUT mais baixa (18), sugerindo que, apesar de sua importância, as intervenções podem ser planejadas para o médio ou longo prazo.

Essa visualização ajuda a classificar e priorizar as ações corretivas e preventivas de acordo com a urgência e a severidade dos riscos em cada setor das operações com Reach Stackers. A aplicação do método GUT identificou Manutenção e Segurança do Trabalho como os setores mais críticos e prioritários nas operações com Reach Stackers, exigindo intervenções imediatas para mitigar riscos graves.

Operação e Infraestrutura também demandam atenção, mas com menor urgência, enquanto Administração pode ser tratada a médio prazo. O método GUT provou ser eficaz para priorizar ações corretivas, direcionando esforços para os setores com maior impacto na segurança e sustentabilidade das operações portuárias.

#### **4. Considerações finais**

Este estudo multidisciplinar revelou a complexidade das operações com empilhadeiras Reach Stackers em terminais portuários e destacou a importância de uma abordagem integrada para garantir a segurança e a eficiência nas operações. Os acidentes envolvendo esses equipamentos, que são críticos para a logística portuária, têm causas multifatoriais, incluindo falhas mecânicas, manutenção inadequada, erros operacionais, deficiências na infraestrutura portuária e a ausência de uma gestão eficaz do tráfego de equipamentos e pedestres.

Os resultados evidenciam que a segurança nas operações com Reach Stackers é uma responsabilidade compartilhada entre diversos setores, como Administração, Manutenção, Operação, Segurança do Trabalho e Infraestrutura. A falha em qualquer um desses setores pode resultar em acidentes graves, como colisões, capotamentos e quedas de carga, muitas vezes com consequências fatais para operadores e trabalhadores próximos. Portanto, a prevenção de acidentes depende da colaboração intersetorial e da aplicação de práticas de segurança rigorosas.

Além disso, a utilização do método GUT permitiu priorizar as ações necessárias para melhorar a segurança nas operações portuárias. Os setores de Manutenção e Segurança do Trabalho emergiram como os mais críticos, requerendo intervenções imediatas para reduzir o número de acidentes. A adoção de tecnologias preditivas para a manutenção, o uso de simuladores para treinamento de operadores e a implementação de medidas de segurança avançadas são recomendadas como estratégias eficazes para mitigar os riscos.

O alinhamento das práticas operacionais com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico) e ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), reforça a importância de promover um ambiente de trabalho seguro e sustentável. A implementação dessas medidas, aliada à conscientização contínua sobre os riscos, pode não apenas reduzir a incidência de acidentes, mas também aumentar a eficiência e a competitividade dos terminais portuários.

Em suma, este estudo oferece uma contribuição significativa ao destacar a necessidade de políticas e práticas integradas de segurança, com foco na prevenção e mitigação de acidentes envolvendo Reach Stackers. A continuidade das operações

portuárias de forma segura e eficiente depende, em grande parte, do compromisso com a manutenção rigorosa, o treinamento constante dos operadores e o uso de tecnologias inovadoras para aumentar a segurança nas operações.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## Referências

- Acidente com Stacker no Tecon Santos, 28 nov. 2011. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=Bw4tIryHp0k>. Acesso em: 18 abr. 2024
- BLS. Occupational Injuries, Illnesses, and Fatalities Involving Forklifts: U.S. Bureau of Labor Statistics. Disponível em: <https://www.bls.gov/iif/factsheets/fatal-occupational-injuries-forklifts-2017.htm>. Acesso em: 19 abr. 2024.
- BLS. Census of Fatal Occupational Injuries Summary, 2022 - 2022 A01 Results. Disponível em: <https://www.bls.gov/news.release/cfoi.nr0.htm>. Acesso em: 19 abr. 2024.
- Castro, E. M. B.; ALTAMAR, F. A. B.; QUIROGA, R. A. M. Failure analysis and repair of the telescopic beam belonging to the spreader of a reach stacker for port operations. *Scientia et Technica*, v. 25, 27 abr. 2020.
- CFMPL / EXPLOITATION TRANSPORT. Super heavy load or bad handling... - CFMPL / Exploitation Transport | Facebook. Disponível em: <https://web.facebook.com/CfmplExploitationTransportPromo20122013/posts/super-heavy-load-or-bad-handling-what-happened-/1066895973371119/?rdc=1&rdr>. Acesso em: 4 maio. 2024.
- Container Handling Equipment Research Reports & Market Industry Analysis. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/market-analysis/container-handling-equipment>. Acesso em: 29 abr. 2024.
- Empilhadeiras Integrantes: Adimar Basílio Alex Alves Claudemir José - ppt carregar. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/16987274/>. Acesso em: 18 abr. 2024.
- Haller, A.; PUTZ, L.-M.; SCHAUER, O. Transshipment Simulators for Training of Ports' Personnel. *Advanced Engineering Forum*, v. 13, p. 277-281, 2015.
- Hyster. Reach Stacker Container Handler | Hyster. Disponível em: <https://www.hyster.com/en-us/north-america/container-handlers/RS46-Reach-Stacker/>. Acesso em: 30 abr. 2024.
- Joshua gonzales, C. OSHA Forklift Accident Statistics You Need to Know. Disponível em: <https://warehousewiz.com/blogs/news/osha-forklift-accident-statistics>. Acesso em: 19 abr. 2024.
- Kenmeugné, B. et al. Reliability analysis of a reach stacker in relation to repair maintenance cost and time: a case study of the Gambia sea port. *Life Cycle Reliability and Safety Engineering*, v. 9, 30 nov. 2019.
- Konecranes. 2017 KONECRANES R5-33 For Sale. Disponível em: <https://cranemarket.com/2017-konecranes-r5-33-for-sale-id1082>. Acesso em: 4 maio. 2024.
- Liebherr. Reachstacker series LRS 545 | Liebherr. Disponível em: <https://www.liebherr.com/en/usa/products/maritime-cranes/port-equipment/reachstacker/reachstacker.html>. Acesso em: 5 maio. 2024.
- LSYM. Reach-Stacker Simulator. Disponível em: <http://lSYMserver.uv.es/LSyMWeb/en/simulators/reachstacker>. Acesso em: 19 abr.

2024.

Mordor Intelligence. Reach Stacker Market - Manufacturers & Share. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/reach-stacker-market>>. Acesso em: 29 abr. 2024.

N.C. nielsen. World's largest reach stacker - capable of lifting 150+ tons. Disponível em: <https://www.nc-nielsen.com/the-worlds-largest-reach-stacker>>. Acesso em: 30 abr. 2024.

ONU. Acidentes de trabalho e mortes acidentárias voltam a crescer no Brasil em 2021 | As Nações Unidas no Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/178950-acidentes-de-trabalho-e-mortes-acident%C3%A1rias-voltam-crescer-no-brasil-em-2021>, <https://brasil.un.org/pt-br/178950-acidentes-de-trabalho-e-mortes-acident%C3%A1rias-voltam-crescer-no-brasil-em-2021>>. Acesso em: 4 maio. 2024.

Ponidi, P.; MAKHFUD, A. Predictive Maintenance Implementation In Reach Stacker Kalmar Type Drd To Reduce Component Failure. R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal, v. 3, 11 out. 2018.

Putz, L.-M.; haller, A.; schauer, O. Transshipment Simulators for Training of Ports' Personnel. Advanced Engineering Forum, v. 13, 1 jun. 2015.

Sany America. SRSC45H4 Reach Stacker. Disponível em: <https://www.sanyamerica.com/products/container-handlers/reach-stackers/srsc45h4/>>. Acesso em: 5 maio. 2024.

Schaep, T. et al. Bond Graph Modelling and Energy Flow Analysis of a Reach Stacker. Disponível em: <https://discovery.researcher.life/article/bond-graph-modelling-and-energy-flow-analysis-of-a-reach-stacker/53db7864ad5a32c58979d6b1eb32d561>>. Acesso em: 19 mar. 2024.

Skaf, A. et al. Single quay crane and multiple yard trucks scheduling problem with integration of reach-stacker cranes at port of Tripoli-Lebanon. 2019 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC). Anais... Em: 2019 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS (SMC). out. 2019. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8914667>>. Acesso em: 25 mar. 2024

Tak, G. et al. Tenerife Accident Analysis: a comparison of Fault Tree Analysis, Failure Mode and Effects Analysis and Causal Analysis based on System Theory. Gazi University Journal of Science, v. 36, 1 jun. 2023.

Tamanho do mercado Reach Stacker & Análise de Participação - Relatório de Pesquisa da Indústria - Tendências de Crescimento. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/reach-stacker-market>>. Acesso em: 19 abr. 2024.

Taylor International. Container Handler | Reach Stackers | Taylor® XRS-9972H3. Disponível em: <https://www.taylorintl.com/product.php?model=XRS-9972H3>>. Acesso em: 30 abr. 2024.

Taylor Internacional. Reach Stacker Safety Manual | Reach Stackers | Taylor. Disponível em: <https://taylorforklifts.com/safety/reach-stacker-safety-manual.pdf> >. Acesso em: 20 abr. 2024.

Tchotang, T. et al. Reliability analysis of a reach stacker in relation to repair maintenance cost and time: a case study of the Gambia sea port. Life Cycle Reliability and Safety Engineering, v. 9, n. 3, p. 283–289, 1 set. 2020.

Tian, M. H.; HU, S. C. Optimization of the Hinge Point Position of Luffing Mechanism in Reach Stacker for Container. Advanced Materials Research, v. 694–697, p. 142–147, 2013.

Vesković, S. et al. A novel integrated large-scale group MCDM model under fuzzy environment for selection of reach stacker in a container terminal. Applied Intelligence, v. 52, n. 12, p. 13543–13567, 1 set. 2022.

Vision Plus - The Next Generation of Pedestrian Detection for Mobile Industrial Equipment. , 21 ago. 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XQZt1MYUQiY>>. Acesso em: 19 abr. 2024

Weyers, R. Top 10 Most Common Forklift Accidents [With Statistics] | Conger. Disponível em: <https://www.conger.com/forklift-accidents/>. Acesso em: 19 abr. 2024.

Xi, Y. et al. Analysis of safety climate effect on individual safety consciousness creation and safety behaviour improvement in shipping operations. *Maritime Policy & Management*, v. 50, n. 7, p. 941–956, 3 out. 2023.

Yang, Z. et al. Analysis of safety climate effect on individual safety consciousness creation and safety behaviour improvement in shipping operations. *Maritime Policy & Management*, v. 50, 9 abr. 2022.

**Contribuição dos Autores:**

Acácio Pereira de Macêdo Neto: 1. Planejamento e delineamento do estudo; 6. revisão das normas; João Gilberto Mendes dos Reis: 2. escrita da revisão de literatura; Gabriel Santos Rodrigues: 3. aplicação do instrumento de coleta de dados; Paula Ferreira da Cruz Correia: 4. análise de dados; 8. outras contribuições; Jonatas Santos de Souza: 5. apresentação dos resultados; 7. supervisão do trabalho.