

# **A corrosão atmosférica e seus impactos nas empresas do Porto do Açú**

Luiz Guilherme da Silva<sup>1</sup>

Milton Erthal Junior<sup>1, 2</sup>

IFF / SAEG – Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão

Grupo de Trabalho: ST1. Atividades petrolíferas e portuárias: suas relações com a Região Norte Fluminense.

## **Resumo**

O sal da maresia se deposita em superfícies e, associado ao tempo e à humidade, causa a oxidação de alguns materiais. Acima de 3% do PIB mundial, o custo da corrosão atinge os US\$2 trilhões, e aplicações de técnicas de controle poderiam economizar de 20 a 25% deste custo. O trabalho tem como objetivo avaliar o impacto da corrosão atmosférica nas empresas instaladas no Porto do Açú, localizado no município de São João da Barra/RJ. A pesquisa foi conduzida por metodologia observacional do impacto financeiro e material causado pela corrosão e por aplicação de questionários para um levantamento de dados. Os resultados mostram que os prejuízos causados pela corrosão e seu nível de importância para as empresas é de grau intermediário (nota = 3), em uma escala de 1 a 5. Cerca de 50% dos impactos estão localizados em infraestrutura; 30%, em peças; e 20%, em equipamentos. A estimativa nos custos gerais das empresas com a manutenção preventiva e corretiva de reposição de peças e equipamentos danificados por corrosão ainda não foi totalmente compreendida. Um outro instrumento de coleta de dados deve ser empregado para esclarecer os impactos financeiros da corrosão no Porto do Açú.

Palavras-chave: Maresia. Corrosão. Porto do Açú.

1 – Mestrando SAEG/IFF.

[lguilhermes@hotmail.com](mailto:lguilhermes@hotmail.com)

MBA Gerenciamento de Projetos-FGV, Engenheiro Mecânico-UFF

2 – Professor IFF, UCAM.

[miltonerthal@hotmail.com](mailto:miltonerthal@hotmail.com)

Doutor em Produção Vegetal - UENF

## 1. Introdução

A ferrugem, nome pelo qual a corrosão é mais conhecida, tem registros históricos por diversos cientistas quanto a seu efeito negativo em suas vidas e atrasos no desenvolvimento técnico da sociedade causado pela destruição do ferro originária deste fenômeno. Em 1627, Robert Boyle deu início aos estudos das causas da corrosão, e os conceitos mais modernos das causas e controles da corrosão vieram a partir de 1923, com Evans, seguido de Uhlig e Fontana (AHMAD, 2006, pag. 1).

Atualmente, podem ser encontradas diversas definições para corrosão, dentre elas a criada por Uhlig, que define “corrosão como um ataque destrutivo do metal por reação química ou eletroquímica com o meio ambiente”, ou, ainda, a definição de Fontana, “corrosão é a deterioração de materiais como resultado de reações com o meio ambiente” (AHMAD, 2006, pag. 2). Um destes ambientes corrosivos é o da atmosfera marinha caracterizada por ventos que carregam para o litoral a névoa do mar carregada de sal, fenômeno conhecido como maresia, que provoca a corrosão atmosférica marinha a medida que este sal se deposita em superfícies e, associado ao tempo de deposição mais a umidade, irá causar a oxidação e, conseqüente, corrosão, que pode ser mais acentuada nas áreas acima do nível do mar, pois ficarão expostas aos ciclos de umidade e seca (Figura 1). A corrosão atmosférica é responsável por grande parte do consumo de aço produzido no mundo para repor perdas diretas provocadas pela corrosão, causando forte impacto econômico (ROBERGE, 2008, pag. 331).

O objetivo deste trabalho foi realizar o primeiro levantamento de dados sobre os impactos provocados pela corrosão atmosférica marítima (maresia) nas empresas instaladas na região do Porto do Açú, localizado no município de São João da Barra/RJ.



Figura 1 – Exemplos de corrosão atmosférica no Porto do Açú.

### **1.1. Custos da corrosão**

Acima de 3% do PIB mundial, o custo da corrosão atinge os US\$2 trilhões, e aplicações de técnicas de controle da corrosão poderiam economizar de 20 a 25% deste custo (HAYS, 2015, pag. 1). Nos Estados Unidos da América, entre os anos de 1999 e 2001, estima-se um custo direto provocado pela corrosão da ordem de US\$276 bilhões, que equivale a 3,1% do PIB deste país, e um custo indireto anual causado pela corrosão igual ao custo direto, aumentando o custo anual com a corrosão para US\$552 bilhões. (KOCH et al, 2002, pag. 3). Na China, dados de 2014 demonstraram um custo total anual com a corrosão da ordem de 2127.8 Bilhões RMB, que representa 3,34% do PIB. Só nas áreas portuárias os custos atingiram 2.63 Bilhões RMB, 2.44 Bilhões RMB em investimentos anticorrosão em novas construções e 0.19 Bilhões RMB com manutenção relativa à corrosão (HOU, 2017, pag. 1-5). No ano de 2015, estima-se que, no Brasil, o custo anual com a corrosão represente 4% do PIB (IZA, 2016). Segundo dados da Resolução 2969, ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários -, de 4 de julho de 2013, o Brasil tem um total de 235 instalações portuárias, públicas e privadas, tanto marítimas quanto fluviais, sendo 135 marítimas, as quais estão suscetíveis a sofrer todo o impacto da corrosão atmosférica marinha.

### **1.2. Porto do Açú**

Com capacidade de movimentação de granel sólido, coque, carvão, bauxita, rochas ornamentais, containers, petróleo, diesel e óleo marítimo, o empreendimento

conta com 3 terminais portuários: T-MULT (para multicargas), T-OIL (para petróleo) e TECMA (para óleo diesel marítimo e óleo combustível marítimos) (PRUMO LOGÍSTICA, 2018). O Superporto do Açú está localizado no Norte Fluminense, na cidade de São João da Barra/RJ, e foi um projeto realizado pelo grupo EBX, do empresário Eike Batista, com investimentos da ordem de R\$10 bilhões, e tem o conceito de porto-indústria. Atualmente, é administrado pela PRUMO Logística Global, criada em 2007, e, desde 2013, controlado pelo fundo norte americano EIG Global Energy Partners, que investiu US\$780 milhões na PRUMO. O Porto do Açú iniciou suas operações em 2014 e em desenvolvimento constante já conta com mais de 10 empresas em operação.

## **2. Metodologia**

A pesquisa foi conduzida por metodologia observacional que, segundo Gil, 2008, é aquela em que “no estudo por observação, apenas observa algo que acontece ou já aconteceu”, ou seja, no caso da pesquisa, o impacto financeiro e material causado pela corrosão. A pesquisa também foi desenvolvida em um nível exploratório, justificada por abordar uso de questionário para entrevistas contemplando um levantamento de dados quantitativos e ser relativa a um estudo de caso (GIL, 2008).

Assim, o questionário foi aplicado, em sua maioria, aos gestores, que poderiam responder principalmente as questões relativas ao impacto financeiro e social, visto que, diferente do impacto material, não está à vista de todos. O questionário foi elaborado com 16 questões, sendo 6 questões abordando custos para manutenção, prevenção, mão-de-obra, 3 questões com abordagem para identificação das principais peças e equipamentos que são danificados pela corrosão bem como o impacto é percebido de forma geral. As demais questões buscam informação a respeito de uso de protetores, destino do material, peça ou equipamento danificado, qual o nível de importância dado ao assunto dentro das empresas e se nos projetos de construção foram considerados estes impactos futuros.

Para algumas questões, foi considerada a escala de Likert, contemplando 5 alternativas para afirmação: concordo totalmente, concordo parcialmente, não concordo nem discordo, discordo parcialmente, discordo totalmente, além de uma

alternativa reservada ao direito do respondente de não opinar. Também foram elaboradas questões com somente afirmação (sim) ou negação (não), complementadas com alternativa de desconhecimento (não sei opinar) e direito de não opinar (não quero opinar). Para outras questões, foi adotada uma escala de classificação 1 a 5, sendo 1-muito baixa, 2-baixa, 3-média, 4-alta, 5-muita alta.

Foi realizado um pré-teste com 10 questionários com o objetivo de verificar sua eficácia no levantamento dos dados e, assim, poder validar o mesmo e, segundo Gil, 2008, assegurar “clareza e precisão dos termos, forma de questões, desmembramento das questões, ordem das questões, introdução do questionário” e poder progredir com a pesquisa em busca do objetivo seguindo os procedimentos propostos por QUIVY e VAN CAMPENHOUDT (1998) (Figura 2).

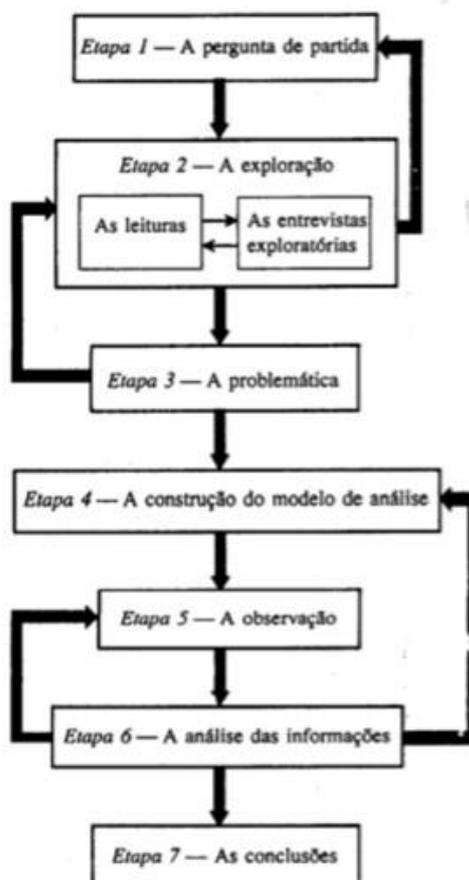


Figura 2 - Etapas do procedimento. Fonte: QUIVY e VAN CAMPENHOUDT, 1998

### 3. Resultados

Na análise de 15 questionários, a questão 1 sinaliza uma opinião que varia de baixa a alta para o grau de importância geral dado pela empresa ao problema corrosão, visto que se apresenta na média com um resultado de 3,2 e desvio padrão de 1,6. Este nível de grau de importância, por vezes tido como baixo, poderá refletir-se em mais danos e prejuízos por falta de ações preventivas. O grau de prejuízos gerais causados à empresa apresenta-se com uma opinião que varia de média a alta, e seu resultado apresenta uma média de 3,6 e desvio padrão de 1,2. E, para os impactos nos equipamentos, a importância dada apresenta-se com resultado de baixa a alta, com uma média de 3,4 e desvio padrão de 1,2. Enquanto que para paradas na produção, recondicionamento de peças e equipamentos, manutenção corretiva e preventiva apresentaram grau de importância com variação de baixa a média, talvez por isso o grau geral de importância dado a corrosão ainda varia a partir de um nível inicial baixo, já que os processos produtivos ainda parecem não ser tão fortemente impactados neste momento. Figura 3.

Com a questão 2, obteve-se uma sinalização de onde estão localizados os impactos de uma forma geral, com indicação de quase 50% estão localizados em infraestrutura, 30% em peças e 20% em equipamentos. Os respondentes indicaram como peças que mais sofrem corrosão as porcas e parafusos, os eixos e carenagens, além de outros acessórios. Dentre estes, destacam-se as porcas e os parafusos, com 18%. Como equipamentos indicados, estão os componentes elétricos, cabos de aço e itens de elevação, além de bombas e motores. E, dentre os itens de infraestrutura, foram indicadas as luminárias e os postes, as fechaduras e as dobradiças, e estruturas como as calhas de chuva, as telhas, e estruturas em geral, que totalizam 24%. Estes dados podem sinalizar que os equipamentos e principais ferramentais de fabricação ainda não estão sofrendo grandes impactos e, por isso, a maresia ainda não tem se apresentado como um desafio para as empresas, já que os processos produtivos parecem ainda não sofrerem impactos. Figuras 4 e 5.

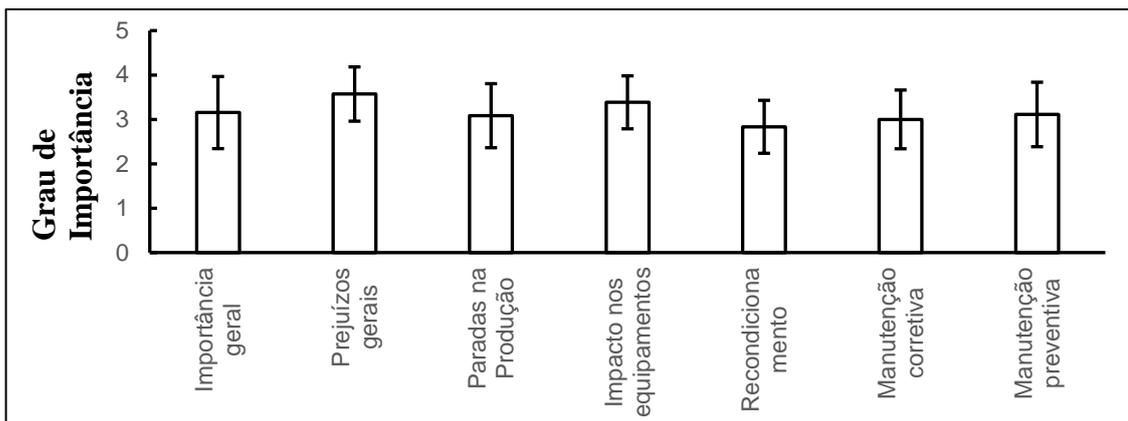


Figura 3. Avaliação de questões relacionadas à maresia no Porto do Açú.

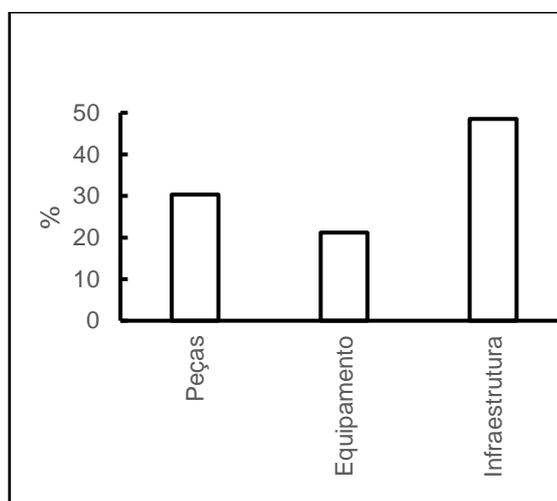


Figura 4 – Localização geral da corrosão.

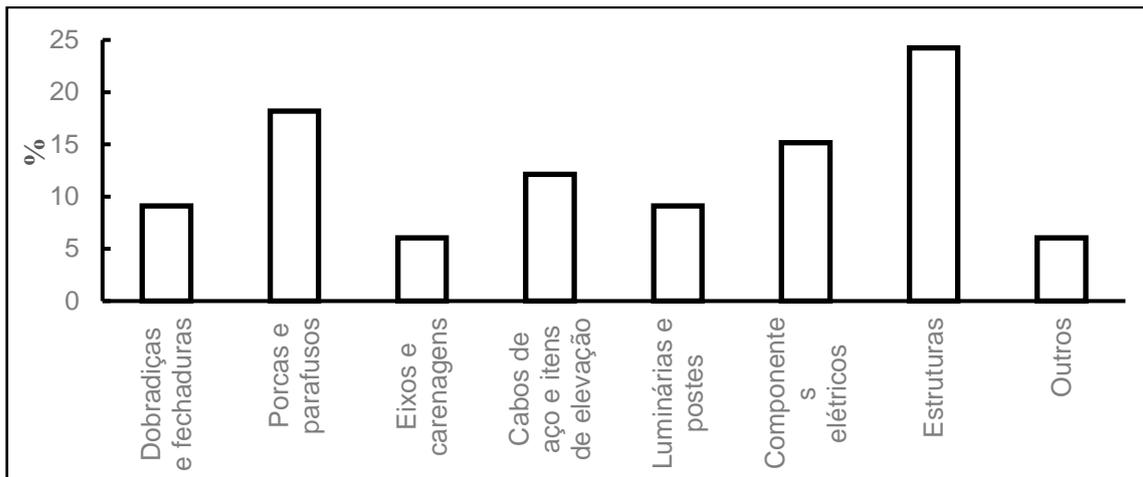


Figura 5 – Detalhamento de onde são percebidos os danos.

Para o levantamento dos custos, os respondentes tiveram questões abertas, em que pudessem informar, por estimativa, o valor mensal gasto ou o percentual do custo mensal e, ainda, o impacto no lucro. Mais de 80% não responderam ou não souberam informar sobre estimativa nos custos gerais da empresa para manutenção e reposição de peças/equipamentos com corrosão ou mesmo sobre custos com prevenção contra corrosão e uma estimativa na redução dos lucros mensais da empresa com paradas na produção para manutenções relacionadas a corrosão. A falta deste conhecimento pode ter impacto no planejamento financeiro das empresas, devido à não previsão de custos para os anos seguintes, e despesas emergências podem ter valores maiores, optando-se, assim, por ações corretivas de curto prazo, com valores mais baixos, podem acabar por serem aplicadas não resolvendo o problema de vez.

Com relação ao tempo de mão-de-obra gasto com ações de prevenção, a estimativa encontrada apresentou uma média de 82hh/mês, com um desvio de 50hh/mês, considerando que apenas 33% dos respondentes souberam informar. E, para o tempo de mão-de-obra gasto com ações de correção, somente dois respondentes informaram uma estimativa, sendo 16hh/mês e 30hh/mês.

O grau de impacto causado pela corrosão e pela maresia também foi avaliado buscando considerar a empresa como um todo, e o impacto em infraestrutura apresenta-se como um impacto médio a alto, pois apresentou um resultado de 3,7 na média com um desvio padrão de 1,4. O impacto em estoques e em produtos apresentaram um nível de impacto de baixo a alto, visto que seus resultados

demonstraram médias de 3,4 e 3,3 respectivamente, com desvio padrão de 1,6 para ambos. Também há impacto relativo às paradas nos processos, que se apresenta com nível baixo a médio, com média de 2,9 e desvio padrão de 1,6. O impacto na saúde foi o que apresentou menor nível, ficou com 1,7 na média e 1,3 no desvio padrão, ou seja, um grau de impacto de muito baixo a baixo. Figura 6.

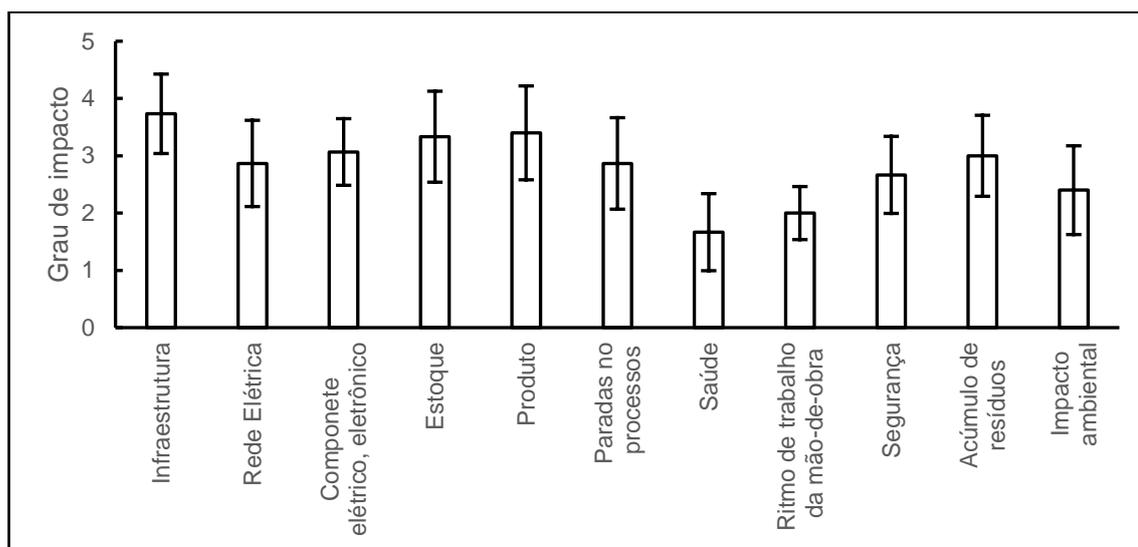


Figura 6 – Grau de impacto causado pela corrosão e pela maresia

Uma questão buscou verificar se o custo com o impacto causado pela corrosão havia sido previsto no custo do projeto; 80% dos respondentes responderam que desconhecem se havia tal previsão e, em outra questão, desta vez aberta, responderam sobre o que mudariam nos projetos, haja vista os impactos e danos causados pela maresia já percebido atualmente, e foram levantadas 10 sugestões, com maior destaque para construção de galpão galvanizado, além dos já existentes para diminuir a quantidade de peças, estoques e ferramentas expostas diretamente à maresia e também a sugestão de usar materiais mais resistentes, ambos com 19% dentre as sugestões. Os respondentes também sugeriram ações que atuariam para prevenir a corrosão, como o uso de proteções catódica e anódica, pinturas especiais, definir meios de controle e implementar sistemas anticorrosão (Figura 7). Vale ressaltar que estudos mostram que os custos com corrosão podem ser reduzidos de 20 a 25%, desde que aplicadas técnicas de controle (HAYS, 2015, pag. 1), mas, como os resultados destas técnicas não demonstram de imediato um

ganho, pode ser que por este motivo é preferido atuar somente quando o problema ocorre.

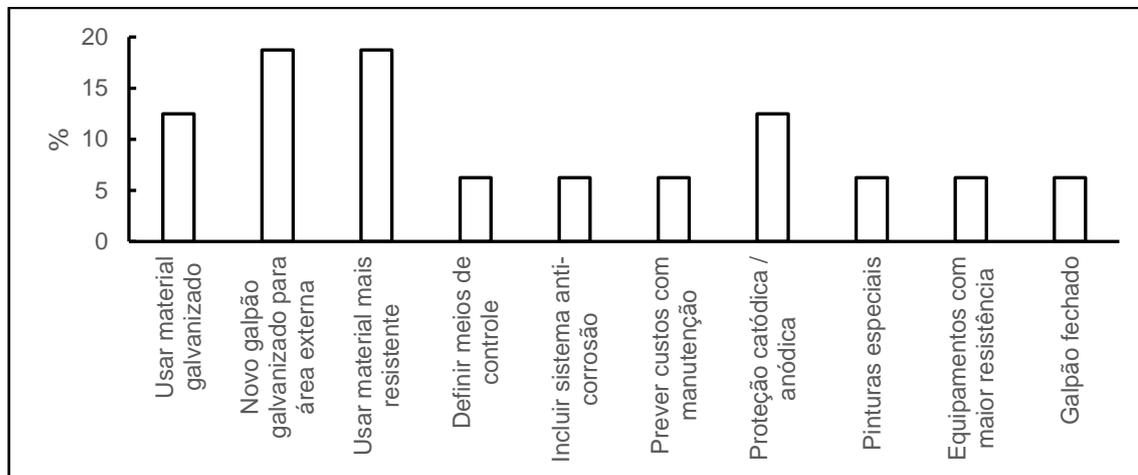


Figura 7 – Sugestões de alteração ou implementação nos projetos.

Sobre a concordância ou não se o conhecimento prévio das despesas por perdas de peças corroídas, ações de proteção e ações de manutenção são importantes durante o desenvolvimento do projeto, 86% dos respondentes afirmaram que concordam totalmente, que este conhecimento é importante durante o desenvolvimento e implementação de projetos de construção.

Em uma questão com 14 alternativas aos respondentes sobre o que já se tenha percebido em suas empresas como impacto causado pela corrosão, destacaram-se custos com inspeção, manutenção e reparo com 12 afirmações dentre os 15 questionários, seguido de custos de aplicação de protetores, incluindo mão de obra e equipamento com 11 afirmações assim como os custos com materiais para prevenir a corrosão. A reposição de partes corroídas foi indicada em 10 afirmações. Os custos com materiais mais resistentes e com sobressalentes foram ambos afirmados por 8 respondentes respectivamente. Também foram sinalizados impactos da corrosão com efeitos em acidentes pessoais e/ou danos materiais além de danos ambientais, ambos com 3 afirmações. Figura 8.

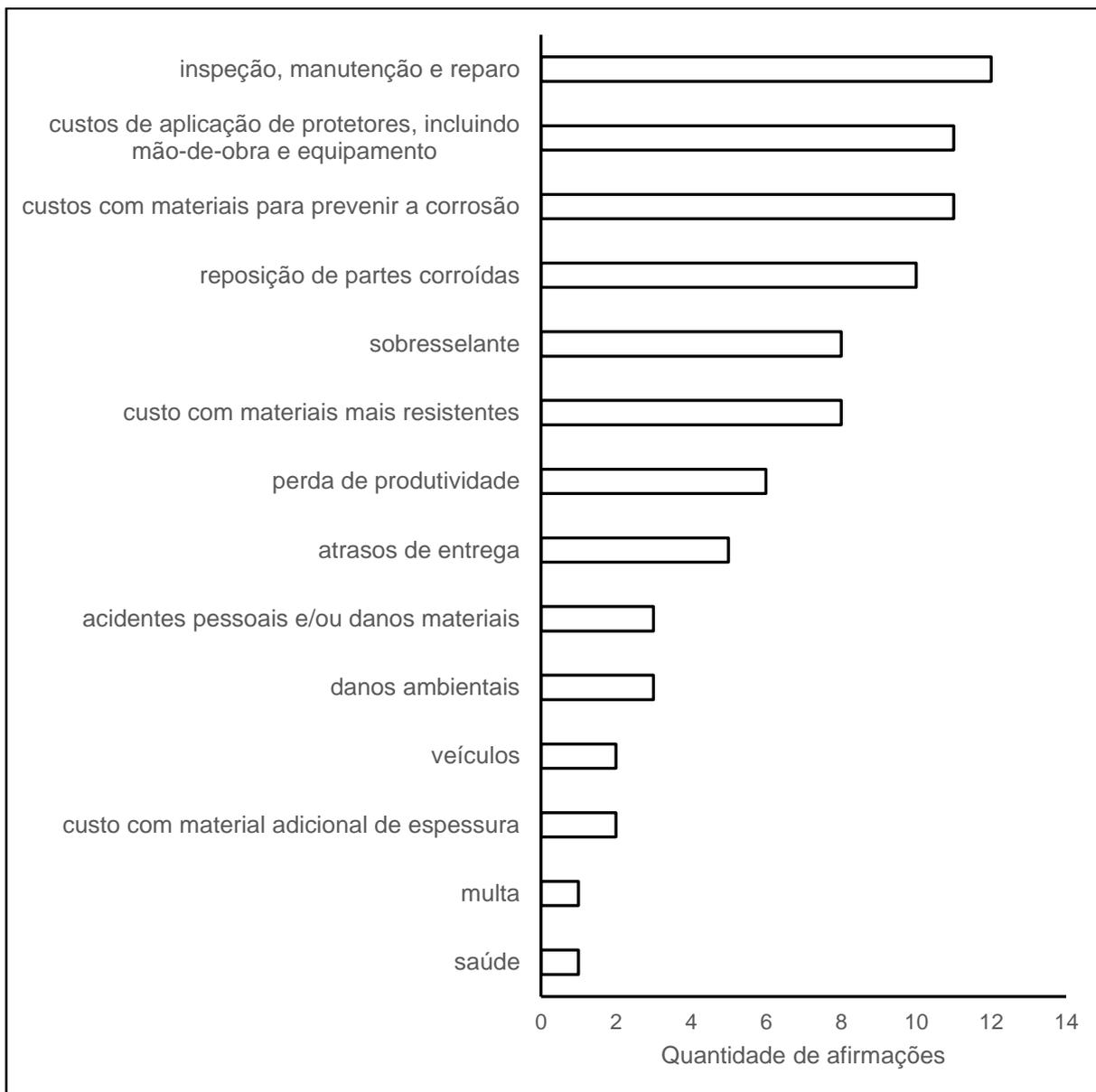


Figura 8 - Outros impactos percebidos.

#### 4. Conclusões

A corrosão atmosférica no Porto do Açú começa a gerar impactos para os quais as empresas ainda estão se adaptando a nível de custos e ações preventivas. Neste primeiro trabalho, fica uma percepção que o assunto parece ainda não ser tão relevante para as empresas, pois ações corretivas estão sendo mais aplicadas que ações preventivas, e o estudo demonstra um nível intermediário de grau de importância dado pelas empresas ao assunto corrosão. Para que os prejuízos sejam

minimizados e reduzidos os impactos, será preciso que mais estudos e análises sejam aplicadas a fim de melhor direcionar as empresas e suas ações contra a corrosão ao longo dos próximos anos. A aparente falta de estimativa de custos com o problema demonstra que ou estes não são representativos a ponto de exigirem mais atenção ou os impactos ainda estão em níveis esperados e aceitáveis mediante a conhecida ação da maresia. Um outro estudo poderá ser aplicado como sugestão para continuidade no trabalho de levantamento de custos financeiros causados pela corrosão.

## Referências

AHMAD, Zaki. **Principles of corrosion engineering and corrosion control**. Amsterdam: Elsevier Science & Technology Books, 2006. cap. 1, p. 1-2.

BRASIL perde 4% do PIB com corrosão, diz estudo. **Portal Fator Brasil**, 22 dez. 2016. Disponível em: <[http://www.revistafatorbrasil.com.br/ver\\_noticia.php?not=334281#](http://www.revistafatorbrasil.com.br/ver_noticia.php?not=334281#)>. Acesso em: 10 jul. 2017.

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

HAYS, George F. **Now is the Time**. 2010. Disponível em: <<https://www.scientific.net/AMR.95.-2.pdf>>. Acesso: 28 feb. 2018.

HOU, Baorong et al. The cost of corrosion in China. **Npj Materials Degradation**, v. 1, n. 4, p.1-5, jul. 2017. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41529-017-0005-2>>. Acesso em: 28 feb.18.

HILL, Manuela Magalhães et al. A construção de um questionário.In: QUIVY, Raymond; VAN CAMPENHOUDT, Luc. **Manual de investigação em ciências sociais**. [S.l.]: Gradiva, 1998. p. 5.

IMPACT: International Measures of Prevention, Application, and Economics of Corrosion Technologies Study. **Nance International**, 1 mar. 2016. Disponível em <<http://impact.nace.org/>>. Acesso em: 16 nov. 2017.

KOCH, Gerhardus H. **Historic congressional study**: corrosion costs and preventive strategies in the united states, 2002. p. 3.

PORTO do Açú. Disponível em <<http://www.portodoacu.com.br/SitePages/sobre-o-porto/porto-do-acu.aspx>>. Acesso em: 11 dec.17.

ROBERGE, Pierre R. **Corrosion engineering: principles and practice**. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2008. cap. 9.

UHLIG, Herbert Henry. **Uhlig's corrosion handbook**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.