



Valdilene do Nascimento Vieira

**Critérios de avaliação de desempenho para terminais
de armazenagem de granel líquido**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. José Eugênio Leal



Valdilene do Nascimento Vieira

**Critérios de avaliação de desempenho para terminais de
armazenagem de granel líquido.**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre (opção profissional) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. José Eugenio Leal

Presidente e Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Antônio Márcio Tavares Thomé

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Marcelo Maciel Monteiro

Universidade Federal Fluminense - UFF

Prof. Márcio da Silveira Carvalho

Coordenador (a) Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 13 de setembro de 2018.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

Valdilene do Nascimento Vieira

Engenheira de produção, graduada na UERJ, pós-graduada em Engenharia Portuária pela UFRJ.

Ficha Catalográfica

Vieira, Valdilene do Nascimento

Critérios de avaliação de desempenho para terminais de armazenagem de granel líquido / Valdilene do Nascimento Vieira; orientador: José Eugênio Leal. – 2018.

120 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2018.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Avaliação de desempenho. 3. Armazenagem. 4. Terminal. 5. Granel líquido. 6. Petróleo. I. Leal, José Eugênio. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Agradecimentos

Agradeço a todos os profissionais que colaboram com essa pesquisa respondendo ao questionário, á meus colegas de trabalho que compensaram minhas ausências, ao meu orientador, José Eugênio Leal, pela paciência e calma com que conduziu essa orientação e à Petrobras pelo suporte financeiro ao curso.

Resumo

Vieira, Valdilene do Nascimento; Leal, Jose Eugenio (Orientador). **Critérios de avaliação de desempenho para terminais de armazenagem de granel líquido.** Rio de Janeiro, 2018. 120p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Nas últimas décadas a cadeia logística do petróleo vem se transformando. Antes, toda a cadeia era gerida por uma única empresa, totalmente integrada. Atualmente, dado a crescente necessidade de se manter o foco em competências-chaves, a cadeia de petróleo se fragmentou abrindo oportunidades para o desenvolvimento de prestadores de serviços terceirizados. Os terminais de armazenagem de granel líquido são um importante elo na cadeia de suprimento do petróleo visto que conectam as regiões produtoras com o mercado de consumidor. Nesse cenário, os terminais de armazenagem surgem como um negócio lucrativo, e vêm atraindo investimentos privados assim, cabe avaliar que componentes geram valor nesse serviço. Essa dissertação desenvolveu e validou, com o mercado de armazenagem, uma cesta de indicadores de desempenho para avaliação de terminais de armazenagem de graneis líquidos que permite compará-lo a si mesmo no tempo e com outros terminais, de simples aplicação, oferecendo para os armazenadores, informações relevantes sobre a maneira como os proprietários da carga avaliam a prestação de serviço e para os proprietários da carga permite avaliar um prestador de serviço por mais critérios, além do preço. Para atingir esse objetivo, o processo de armazenagem foi decomposto hierarquicamente, os critérios relevantes foram mapeados, foram entrevistados profissionais experientes e através da técnica do AHP simplificado, as intuições, experiência e conhecimento tácito dos profissionais foram traduzidos em pesos relativos para critérios propostos. O conjunto de indicadores ponderados proposto é capaz de representar a operação e importância logística de um terminal na cadeia de suprimento do petróleo.

Palavras-chave

Avaliação de desempenho; armazenagem; terminal; granel líquido; petróleo; AHP; tanques.

Abstract

Vieira, Valdilene do Nascimento; Leal, Jose Eugenio (Advisor). **Performance criteria for liquid bulk terminal**. Rio de Janeiro, 2018. 120p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

In the last decades the petroleum supply chain has been changing, before, the whole chain was managed by a single, fully integrated company. Currently, given the growing need to remain focused on key competencies, the petroleum supply chain has been fragmented, and opening opportunities for the development of outsourcing providers. In this context, the liquid bulk storage terminals can become profitable business, they are an important link in the petroleum supply chain since they provide the connection between the producing regions and the oil consumption market. These terminals have been attracting private investments and in this context it is worth evaluating which components generate value in this service. The aim of this dissertation is to develop and validate with the storage market a set of performance indicators for liquid bulk storage terminals that allows comparing it to itself in time and with other terminals, besides is simple to apply. In order to achieve this purpose, the storage process was hierarchically decomposed, the most relevant criteria were mapped, storage market experienced professionals were interviewed and through the technique of AHP, in its simplified version, the intuitions, experience and tacit knowledge of these professionals were translated into relative weights for proposed set of indicators. Was proposed two views: the supplier view and cargo owner view and thus the relative importance of each criterion was estimated to propose a set of weighted indicators capable of representing the operation and logistic importance of a terminal in the oil supply chain.

Keywords

Performance evaluation; storage; liquid bulk; Petroleum; AHP; tank farms.

Sumário

1	Introdução	11
2	Revisão Teórica	15
2.1.	A terceirização na Logística de Petróleo	15
2.2.	Avaliação de desempenho	19
2.3.	Sistema de avaliação de desempenho e suas características	20
2.4.	Avaliação de desempenho na logística	22
2.4.1.	Modelo de Lohman	24
2.4.2.	Desenvolvimento do PMS	26
2.4.3.	Levantamento de indicadores de desempenho para sistemas de logística.	27
3	Metodologia	31
3.1.	Análise Hierárquica de Processo-AHP	31
3.1.1.	O modelo clássico de Saaty	31
3.1.2.	Decisões em grupo	39
3.1.3.	Método Simplificado de Leal	40
3.2.	Metodologia de Pesquisa do tipo <i>Survey</i>	43
3.2.1.	Planejamento do questionário	45
4	Resultados	46
4.1.	Cadeia de suprimentos do Petróleo	46
4.1.1.	Sistema de produção e distribuição de petróleo	46
4.1.2.	O papel da armazenagem na cadeia de suprimento de petróleo.	48
4.1.3.	Instalações para armazenagem.	50
4.1.4.	Tanques	51
4.1.5.	Sistemas de tubulação	54
4.1.6.	Sistemas de expedição e recebimento	55
4.1.7.	Classes de produtos e requisitos de armazenagem	58
4.1.8.	Segurança das instalações: Normas e regulamentações	59
4.1.9.	Garantia da qualidade e quantidade.	60
4.1.10.	Formas de contratação da prestação de serviço	61
4.1.11.	Caracterização de tancagem disponível no país.	62
4.2.	Desenvolvimento do <i>Survey</i>	63
4.2.1.	Proposição de critérios	63
4.2.2.	Pesquisa exploratória e teste piloto	72
4.2.3.	Dados da pesquisa	72
4.3.	Apresentação dos Resultados	74
4.3.1.	Perfil dos respondentes	74
4.3.2.	Dispersões	76
4.3.3.	Grupos de critérios:	76
4.3.4.	Indicadores Chave.	77
4.3.5.	Indicadores	78
4.3.6.	Indicadores Ponderados	80
5	Conclusão e recomendações	85
5.1.	Recomendações	87

6. Referências	88
Anexo I - Pesquisa exploratória.	94
Anexo II - Pesquisa encaminhada para os respondentes.	109
Apêndice I -Resultados da pesquisa.	119

Lista de figuras

Figura 2-1 Grau de terceirização na cadeia de suprimentos	17
Figura 2-2: Hierarquia das métricas	25
Figura 4-1: O terminal e suas operações	51
Figura 4-2: Ciclo teórico de um tanque.	52
Figura 4-3: Ciclo real de operações de um tanque.....	52
Figura 4-4: Diagrama “Corte”	58
Figura 4-5.Representação gráfica da escala fundamental dos números absolutos.....	73
Figura 4-6: Papel da empresa onde o respondente trabalha	75
Figura 4-7: Função do respondente	75
Figura 4-8: Experiência do respondente	76

Lista de tabelas

Tabela 3-1: Escala fundamental dos números absolutos.....	35
Tabela 3-2: Matriz Exemplo	36
Tabela 3-3: Exemplo de julgamentos diretos e seus recíprocos	36
Tabela 3-4: Índices de consistência para matrizes recíprocas randômicas.....	38
Tabela 3-5: Maneiras de combinar preferências	39
Tabela 4-1: Organização de critérios	67
Tabela 4-2: Indicadores propostos.....	68
Tabela 4-3. Correspondência entre a escala fundamental dos números absolutos e a interface Survey Monkey.....	74
Tabela 4-4: Comparação grupos de KPIs	77
Tabela 4-5: Comparação de PIs.....	80
Tabela 4-6: Indicadores Ponderados na visão Fornecedor.....	81
Tabela 4-7: Indicadores Ponderados na visão Proprietário da carga.....	83

Introdução

Desde a abertura do monopólio de petróleo no Brasil, em 1997, a estrutura logística para armazenagem e movimentação de petróleo passou a ser de interesse de mais de uma empresa e vem recebendo investimentos privados. Frente a esse cenário a armazenagem de petróleo e derivados se configura como negócio.

A demanda pela prestação de serviço de armazenagem vem crescendo rapidamente nos últimos anos. Em resposta, um grande número de novos tanques entrou em operação no mundo todo. A capacidade total de armazenamento de petróleo bruto cresceu de 465 milhões de barris em setembro de 2011 para 551 milhões de barris em setembro de 2015. (Kemp, 2015)

Recentemente, em outubro de 2016, a política de preços praticados pela PETROBRAS mudou, os preços praticados no mercado interno passaram a ser equiparados com o mercado internacional. Essa política favorece a importação, já que ocasionalmente as distribuidoras conseguem preços, ou condições comerciais mais vantajosas de produtores no exterior. Segundo a ANP- Agencia Nacional de Petróleo - em 2017, no período de janeiro a novembro, as importações de gasolina cresceram 53,81% e o diesel. 62,77%, em comparação com o mesmo período de 2016. (ANP 2017)

Esses importadores, frequentemente, não têm infraestrutura logística no país, levando a expansão do mercado de armazenagem. Hoje, estão presentes no segmento brasileiro de armazenagem alguns dos maiores atores do cenário mundial, em competição com empresas essencialmente nacionais. O terminal, como negócio, assume um papel de destaque na cadeia de suprimento de petróleo, não só no Brasil, esse movimento pode ser observado ao redor do mundo.

Os principais fornecedores no cenário mundial, de acordo com a revista Tank Storage Magazine (Saikia, 2016) são: Vopak, o líder entre os terminais de petróleo independentes, controla 10% da quota de mercado global, e três outros – Oiltanking, NuStar e Magellan Midstream- que atuam em escala mundial, esses atores tem incentivado o desenvolvimento da indústria como negócio lucrativo.

Os terminais de armazenamento de graneis líquidos, são os elementos que fornecem a ligação das regiões produtoras com o mercado de consumo de petróleo e, segundo a EPE- Empresa de Pesquisa Energética, em 2015 o consumo de petróleo representava mais de 30% da matriz energética mundial.(EPE, 2018)

Historicamente, os ativos de armazenamento e transporte em terra de petróleo eram propriedade de grandes empresas de exploradoras e refinadores de petróleo. Nas últimas décadas, impulsionados pela necessidade de limpar balanços e liberar capital em um ambiente onde os preços do petróleo e as margens de refino vêm caindo, as grandes empresas exploradoras de petróleo frequentemente ofertam ao mercado ativos de logística. (Saikia, 2016)

A infraestrutura de transporte de energia é uma das áreas mais atraentes para investidores que estão procurando altos retornos relacionados ao mercado de energia, sem assumir qualquer risco sobre os produtos energéticos. O modelo de negócio de terminais de armazenagem tem algumas características que os investidores de infraestrutura valorizam: geram a maior parte de suas receitas a partir de taxas de armazenamento em função da reserva de espaço em tanques. Esses contratos variam em tamanho e complexidade, muitas vezes são contratos com valores fixos, o que significa que o cliente paga mesmo que não use um tanque, condicionado a um nível de rendimento previsto em contrato. Adicionalmente os terminais cobram taxas pelo transporte de produtos de seus tanques para os pontos de entrega e estas taxas, além de outros serviços, como aquecimento ou mistura controlada de produtos (blending), proporcionam aos investidores fontes adicionais de receitas e alternativas lucrativas para agregar valor ao produto do cliente ora armazenado. (Saikia, 2016; Kemp, 2015; Barry, 2017)

Nesse cenário cabe avaliar os componentes que geram valor nesse serviço, e se a visão do fornecedor de serviço está alinhada com a visão dos tomadores de serviço.

O desenvolvimento de dispositivos que possibilitem comparar terminais em critérios além do preço é de grande interesse das empresas que contratam o serviço de armazenagem, principalmente nas contratações de longo prazo.

Essa pesquisa busca as respostas para as perguntas:

Como o serviço de armazenagem pode ser decomposto? Que componentes geram valor nesse serviço? Quais são os indicadores atualmente usados no mercado e apontados na literatura?

O objetivo geral dessa pesquisa é desenvolver e validar com o mercado de armazenagem, uma cesta de indicadores de desempenho para avaliação de terminais de armazenagem de graneis líquidos que permita compará-lo a si mesmo no tempo e com outros terminais, e que seja de simples aplicação.

Os objetivos específicos desse trabalho são:

Descrever as operações dos terminais e sua relação com desempenho.

Mapear os indicadores e pontos de interesse do mercado e da literatura sobre armazenagem de graneis líquidos.

Avaliar se as visões dos gestores de terminais e usuários estão alinhadas em relação às atividades e processos relevantes para a operação do terminal

Propor um conjunto de critérios para avaliar os terminais.

A metodologia adotada na dissertação se baseia na definição do problema e dos objetivos, para então realizar uma pesquisa bibliográfica sobre os modelos existentes de medição de desempenho de terminais de armazenamento de graneis líquidos e seu posicionamento e importância na cadeia logística.

A armazenagem é descrita como processo, com base nos elementos que podem impactar o resultado final da prestação de serviço e nos elementos que a indústria tem reconhecido como geradores de valor.

O processo é decomposto hierarquicamente em critérios, indicadores chave e indicadores para permitir a avaliação de cada componente da prestação de serviço e depois sintetizado para fornecer a visão do conjunto.

Os critérios e indicadores sugeridos são levados a avaliação dos gestores de terminais e usuários, por pesquisa tipo *survey*, a fim de obter pesos para cada item e confirmar se as visões estão alinhadas.

Os resultados são analisados e a proposição do conjunto de indicadores apresentada.

Esses resultados são relevantes para grandes empresas que contratam prestadores de serviços de armazenagem, porque fornece aos proprietários da carga meios para avaliar um prestador de serviço por critérios mais abrangentes que o preço, serve a apoiar negociações de contratos de longo prazo e para quantificar serviços melhores prestados. Para os armazenadores, oferece

informações relevantes sobre a maneira como os proprietários da carga avaliam a prestação de serviço, essa avaliação pode orientar investimentos em novos serviços ou modernização de processos, ações de marketing focando nos itens que o consumidor mais valoriza, e até mesmo reequilíbrio de preços, considerando os pontos fortes e fracos de cada organização

Esse estudo vai se limitar a propor a cesta de indicadores e ponderações, com base na visão do usuário e do mercado, o método não será aplicado a terminais reais.

Também não serão estabelecidos os valores de referência para os indicadores, essa atividade deve levar em consideração particularidades de cada terminal.

A pesquisa se limitou a profissionais que atuam no Brasil.

Esse trabalho está dividido em 5 (cinco) capítulos a saber:

Um capítulo de introdução, que relaciona a motivação da pesquisa e os principais objetivos do trabalho e limitações.

Um capítulo de revisão teórica da literatura que reúne, de forma não exaustiva, o que foi estudado na academia sobre terceirização e avaliação de desempenho

O capítulo de metodologia, que descreve as duas principais técnicas utilizadas na pesquisa: o método AHP e a simplificação utilizada e a metodologia de *survey* usada como instrumento para obter as informações para aplicação do AHP.

O capítulo de resultados as respostas aos objetivos primário e secundários desse trabalho. Apresenta a descrição da cadeia de suprimento de petróleo e as instalações para armazenagem, indicadores encontrados na literatura, adequados a armazenagem de graneis líquidos, as etapas percorridas para obter a cesta de indicadores proposta, os resultados do Survey e suas análises.

Na sequência, as conclusões e recomendações para trabalhos futuros apresentados.

A última seção apresenta as referências usadas nesse trabalho.

2

Revisão Teórica

2.1

A terceirização na Logística de Petróleo

Durante as últimas décadas do século XX, as empresas em todo o mundo desenvolveram interesse na logística, já que essa, passou a ser uma fonte reconhecida de vantagens competitivas (Krakovics et. al., 2008), as empresas buscando incrementos da performance operacional através de uma melhor integração entre os diferentes elos da cadeia de suprimento, mesmo tendo funções separadas e bem distintas. (Lohman et al. 2004)

Nos mercados de hoje, as forças tecnológicas e competitivas estão mudando a taxas consideráveis e para responder a esse cenário, as empresas precisam ser capazes de responder às exigências do cliente a custos menores. Essa é uma tarefa cada vez mais difícil, assim, a terceirização de atividades acessórias, com o objetivo de focar nas atividades relacionadas as competências fundamentais do negócio, está se tornando uma das principais estratégias para garantir competitividade (Gunasekaran et al., 2001; Krakovics et. al., 2008)

A tendência entre muitas empresas, de todos os setores é terceirizar suas atividades logísticas que são mais caras e demoradas para empresas especializadas. (Lambert et al., 1998).

A indústria do petróleo, embora um pouco mais tarde que a manufatura, não segue um caminho diferente. Em 2015, o tempo decorrido entre o início da exploração de um campo até a obtenção de lucro com o petróleo extraído era de 16 anos, segundo levantamento da *International Energy Agency*. Esse ciclo é muito longo e intensivo em capital- são gastos cerca de 850 milhões de dólares nesse processo- por isso, apesar das grandes empresas de petróleo serem totalmente integradas, é possível verificar um aumento no número de arranjos produtivos que fragmentam a cadeia, e produzem especialistas em cada elo. (Modarres et al., 2016)

Atualmente, existem no mercado empresas voltadas para tecnologia de exploração, empresas focadas na produção de petróleo bruto, empresas especialistas em refinação, entre outros. Essa transformação aponta para a necessidade de terceirizar, mas garantindo a integração desses agentes e permitindo cada empresa focar no desenvolvimento das competências essenciais para a área de atuação definida. (Modarres et al., 2016)

Outro fator motivador da terceirização, que tem destaque na indústria do petróleo é a redução de custos. A indústria do petróleo está sujeita a muitas incertezas decorrentes da volatilidade nos preços e sujeita também a um crescimento dos custos operacionais, decorrentes do envelhecimento da infraestrutura, déficit de capital, processos de negócios ineficientes e falta de acesso a novas tecnologias. Frente a esse cenário a terceirização tornou-se significativa na estratégia de negócios. Esse movimento acontece em toda a indústria do petróleo, *downstream* e *upstream*. (Modarres et al., 2016)

A produção de petróleo ocorre, frequentemente, longe do consumo. O transporte efetivo, acessível e confiável de petróleo é uma preocupação dos agentes da indústria. O transporte é realizado em grandes lotes, na sua essencialidade, por rotas marítimas e a pouca previsibilidade da operação gera altos custos. A racionalização de custos tornou-se essencial para a sobrevivência das empresas regionais exploradoras de petróleo. Essa característica da indústria marca a necessidade de uma logística eficiente e a custos cada vez menores, logo a logística é um excelente candidato para terceirização. (Modarres et al., 2016).

Modarres et al. (2016) conduziram uma pesquisa a respeito da terceirização na cadeia de suprimento no Golfo Pérsico, que concentra 40% (quarenta por cento) da produção de petróleo no mundo. A pesquisa, feita com posições de liderança no mercado, destacou que, apesar de riscos identificados, a terceirização traz benefícios como redução de custos trabalhistas, acesso a melhores tecnologias, padronização e flexibilidade de processos, mais controle das atividades, compartilhamento de conhecimentos, injeção de produtividade e capital, comunicação e transparência, resiliência nas crises e foco na atividade principal da empresa.

A rede de instalações necessárias para operacionalizar a logística de granéis líquidos é complexa e exige alto nível de investimento em ativos. Além disso existe uma limitação física e geográfica para localização de terminais aquaviários,

fato que reforça a necessidade de compartilhar esse ativo entre os interessados nessa logística. Especificamente no Brasil, a regulação vigente obriga a terceirização do transporte dutoviário e o livre acesso aos terminais. Logo é inevitável que a armazenagem acompanhe o esse movimento para conferir eficiência a exploração comercial da infraestrutura.

A terceirização se dá em vários graus, que foram se desenvolvendo conforme a necessidade das indústrias, o grau de terceirização recebe a denominação de *Party Logistics* e literatura registra, de forma consolidada, 4 (quatro) graus de terceirização:

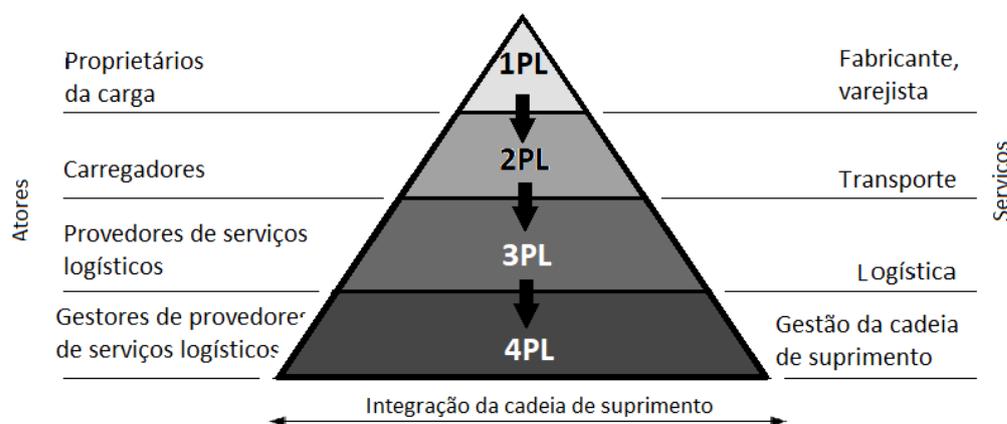


Figura 1-1: Grau de terceirização na cadeia de suprimentos.

Fonte: (Rodrigue, 2017).

Os agentes da cadeia de suprimentos de logística podem ser classificados em:

First Party Logistics (1PL): Esse agente, normalmente, é o produtor que tem toda sua distribuição verticalizada. São cada vez menos comuns, já que os serviços de transporte são facilmente delegados a terceiros (Rodrigue, 2017). Na época do monopólio do petróleo a PETROBRAS foi um agente 1PL, era dona de todos os meios de produção e transporte do Petróleo, incluindo dutos e navios.

Second Party Logistics (2PL) – Nessa camada enquadram-se transportadores e distribuidores, que atuam num determinado segmento da cadeia logística. São provedores de capacidade “*commodity*”, que possuem baixa expectativa de retorno, com altos níveis de investimento em ativos, mas baixas barreiras à entrada, tem alto custo fixo e um fluxo de receita volátil. Como

exemplo destaca-se os transportadores rodoviários.(Rodrigue, 2017; Domingues et al, 2015)

Third Party Logistics (3PL) – Nessa classificação nota-se a agregação de atividades do sistema logístico, ou seja, um prestador do tipo 2PL contrata ou se associa a outro prestador de serviço 2PL, com o objetivo de reduzir custos ou obter margens superiores e passam a oferecer serviços logísticos integrados. Por exemplo: Um centro de distribuição, contrata o transporte rodoviário para oferecer o serviço armazenamento e entrega ao cliente. Os 3PL objetivam viabilizar as operações de forma eficiente, explorando a economias de escala, melhorando o nível de serviço, investindo em conhecimento específico. O foco dos 3PLs é prestar um serviço de excelência e oferecer soluções logísticas, são menos intensivos em capital, logo têm maiores retornos sobre os ativos. (Lu e Su, 2002; Domingues et al., 2015; Krakovics et al; 2008).

Fourth Party Logistics (4PL) - Nesta categoria, registada pela consultora financeira Accenture, enquadram-se os prestadores de serviço que disponibilizam recursos, competências e tecnologias, próprias ou contratadas, necessárias para planejar, desenvolver e implementar uma operação logística. Uma organização 4PL objetiva a gestão de todo o processo, e responde integralmente pelo mesmo, ainda pode participar na seleção de fornecedores e subcontratados, apoiando a seleção de estratégias de contratação (Domingues et al., 2015). O papel de uma entidade 4PL é contratar e monitorar a performance de operadores logísticos. (Krakovics et al; 2008)

Fifth Party Logistics (5PL) - Esse agente não é definido por Rodrigue (2017), mas segundo Hosie, P., et al (2012) é uma denominação para o prestador de serviço que tem o objetivo de ser oferecer integração e inovação para obter os melhores desempenhos das cadeias de suprimento. É associado ao conceito de redes de cadeias de suprimento, ou seja, a integração entre as cadeias de suprimento. Necessariamente, tem como direcionador o desenvolvimento de tecnologias de otimização (ou informação?) e é avaliado pela produtividade e custos, frequentemente é ligado ao e-business.

Portos marítimos e terminais de armazenagem podem se enquadrar como prestadores do tipo 2PL numa análise clássica da natureza dos serviços, mas tendem a apresentar resultados melhores que os provedores básicos devido à sua escassez relativa, natureza geográfica e isolamento das flutuações dos preços dos combustíveis. (Rodrigue, 2017; Krakovics et al; 2008; Lu e Su, 2002) Mas, usualmente, se caracterizam como 3PL quando oferecem, associada a

armazenagem, a entrega por dutos e outros serviços de valor agregado. A necessidade de utilização de agentes 2PL e 3PL na cadeia de suprimento de petróleo é notável.

2.2

Avaliação de desempenho

Você consegue o que você mede. Ou seja, a maneira como você avalia o desempenho de um sistema ou processo impacta seu desempenho. (Kaplan e Norton, 1992). Em 1992, Kaplan e Norton publicaram o estudo que registra a necessidade de uma avaliação de desempenho além das medidas financeiras e marca a mudança na avaliação de desempenho das empresas.

Avaliar um negócio e compará-lo com seu próprio desempenho no passado ou com negócios similares é uma maneira eficaz de direcionar decisões. Assim, medidas quantitativas de performance são mais eficazes que avaliações qualitativas. (Beamon, 1999)

Neely et al. (1995) definem a medição de desempenho como o processo de quantificar a eficácia e a eficiência das ações tomadas. A eficácia trata do resultado das ações, ou seja, avalia se a empresa entregou o serviço conforme a expectativa do cliente. A eficiência avalia se os recursos da empresa foram bem utilizados para atender as necessidades dos clientes.

A ferramenta básica para essa análise são os indicadores de desempenho, em inglês *Performance Indicators* – PIs. PI é a variável que expressa quantitativamente a efetividade e/ou a eficiência, de partes ou do todo, de um processo, ou sistema, em comparação com uma meta (Fortuin, 1988).

As medidas de desempenho – em inglês *Performance Measurements*- PM, – são a síntese da atividade de avaliar o desempenho com base nos PIs; está presente nas literaturas de pesquisa operacional e na literatura contábil e de gestão, e consiste em traduzir PIs em informações úteis à organização (Lohman et al.2004). Precisam estar alinhadas com a estratégia da organização de forma a garantir que os objetivos estratégicos estejam refletidos nos resultados obtidos. As medidas de performance devem ser capazes de, a partir de uma abordagem complexa, vinculada a estratégia, traduzi-la para algo simples, cotidiano, ligada às operações e mensurável. Considerando que as pessoas em uma organização se

concentram no que é medido, as medidas de performance podem contribuir para direcionar cada indivíduo as metas estabelecidas na organização. O alinhamento estratégico precisa conectar cada elo da cadeia às expectativas e valores das clientes (Neely et al., 1995; Beamon, 1999)

2.3

Sistema de avaliação de desempenho e suas características

A avaliação de desempenho não pode estar restrita a uma única métrica, é preciso desenvolver um sistema simples e eficiente. Os critérios de medição de desempenho devem basear-se nos objetivos de negócio, ter uma definição clara de propósito e escopo. Isso é necessário para o desenvolvimento de uma coleta adequada de dados e métodos de cálculo aderentes. Um sistema de medição de desempenho eficiente deve fornecer insumos para que ações corretivas e decisões estratégicas sejam tomadas, contribuindo para atingir os objetivos definidos pela empresa (Neely et al. 1997).

Os motivos mais comuns para desenvolver um sistema de avaliação de performance – ou “*Performance Measurement System*” - PMS- em cadeias de suprimento- SCs - são compreender os processos de negócios, identificar se as necessidades do cliente são atendidas, apoiar as decisões de negócio, acompanhar a rotina, identificar pontos de estrangulamento, desperdícios, problemas e oportunidades de melhoria. (Gunasekaran & Kobu, 2007)

A base de qualquer sistema de avaliação é o conjunto de medidas que o compõe. Segundo Beamon (1999), é importante que uma medida de desempenho seja:

- Inclusiva - capaz de medir todos os aspectos relevantes do processo ou atividade a que está associada;
- Universal - permite a comparação em diferentes condições de operação;
- Mensurável- a informação desejada pode ser medida de forma objetiva e
- Consistente com as metas da organização.

Para criar um conjunto de indicadores é importante responder as questões: O que medir? Como podem diferentes medidas individuais estar integradas em um único sistema? Em qual frequência medir? Quando e como serão as medidas reavaliadas? (Beamon, 1999)

Bowersox et al (2014) propõem um sistema de avaliação de desempenho com os objetivos de monitorar, controlar e direcionar as operações logísticas. Monitorar para identificar oportunidades de melhoria em eficácia e eficiência. Controlar para manter os processos conformes e prevenir os erros. Direcionar para levar cada indivíduo da organização a um aumento da produtividade. Defendem duas perspectivas de medição: uma baseada em atividades- cada atividade é avaliada quanto a eficiência e eficácia; e outra baseada em processos – O resultado de um conjunto de atividades é avaliado quanto à eficácia e eficiência.

As medidas de desempenho podem ser internas: custo, serviço ao cliente, produtividade, ativos, e qualidade, ou externas: percepção do cliente e benchmarking. (Bowersox et al.,2014)

O Balanced Scorecard (BSC) proposto por Kaplan e Norton (1992), define medidas em dois grandes grupos: Medidas financeiras e medidas operacionais.

As medidas financeiras traduzem os resultados das ações já tomadas. O objetivo do modelo, a época da sua criação foi trazer à tona um sistema de avaliação da empresa mais eficiente, onde o gestor conseguisse olhar todos os aspectos da empresa de forma integrada.

As medidas operacionais são agrupadas em três conjuntos de critérios: a satisfação do cliente, os processos internos e a capacidade da organização de aprender e melhorar- atividades que impulsionam o desempenho financeiro futuro. (Kaplan & Norton, 1992)

Na perspectiva financeira, o BSC estabelece que metas devem ser cumpridas para atender o acionista. Na perspectiva dos processos internos, determina que processos internos devem ser desenvolvidos com excelência para atingir os objetivos financeiros. Na perspectiva dos clientes, estabelece que objetivos dos clientes precisam ser atendidos para manutenção dos clientes atuais e conquista de novos, como meio de atender os objetivos financeiros da empresa. Na perspectiva do crescimento e aprendizado, avalia o quanto a empresa consegue aprender e inovar.

Desde então, o tema foi discutido extensamente e diferentes tipos de medidas de performance vêm sendo utilizados para avaliar sistemas, principalmente de produção, distribuição e armazenagem. (Kaplan & Norton, 1992; Beamon, 1999)

2.4

Avaliação de desempenho na logística

Na avaliação de desempenho de Kaplan e Norton, todos os fatores relevantes estavam sob a gestão de uma organização. O uso de indicadores de desempenho para avaliar o negócio logístico envolve todas as interações de cada elo da cadeia com os demais. Os primeiros artigos relevantes foram publicados em 1996-1998. Beamon, é uma das autoras mais citadas com seus artigos “*Measuring Supply Chain Performance*” e “*Supply Chain design and analysis: Models and methods*”. O interesse no tema é crescente. Segundo a base de dados SCOPUS o número de publicações, (artigos, livros, artigos de conferência entre outros) com as palavras chave: *performance* e *evaluation/measure* e *supply chain* ou *Logistic* cresceu consideravelmente nos últimos 20 anos.

O desafio da avaliação de desempenho na logística é traduzir em números a premissa que ótimos locais na cadeia de suprimentos não garantem a eficiência do processo logístico se os agentes envolvidos tem metas incompatíveis. A gestão da cadeia de suprimento é indicada como uma ferramenta para garantir esse alinhamento. Cho et al. (2012) destacam que são poucos os relatos na literatura sobre efetividade da coordenação e integração dos membros da cadeia para maximizar os lucros. Essa lacuna pode ser atribuída a falta de medidas de desempenho necessárias para integrar totalmente a cadeia de suprimentos e assim, maximizar a eficácia e eficiência da logística como um todo (Gunasekaran et al., 2004). É importante considerar o papel de que cada um dos agentes desempenha na cadeia de suprimentos para desenvolver indicadores, mesmo que locais.

Gunasekaran e Kobu (2007) avaliaram as publicações sobre medidas e métricas em logística e gestão da cadeia de suprimento entre 1995 e 2004 e identificaram que os PMSs, desenvolvidos no período em questão, foram desenvolvidos com base nas abordagens:

- (i) Perspectiva do *Balanced Scorecard* (BSC) (financeira, cliente, processo interno de negócios e aprendizagem e crescimento);
- (ii) Componentes de medidas de desempenho (recurso, saída e flexibilidade);
- (iii) Localização das medidas nos elos da cadeia do suprimento (planejar, fornecer, fazer e entregar);
- (iv) Níveis de tomada de decisão (estratégica, tática e operacional);
- (v) Natureza das medidas (financeiras e não financeiras);
- (vi) Base de medição (quantitativa e não quantitativa) e
- (vii) Medidas tradicionais versus modernas.

Balfaqih et al. (2016) analisaram os artigos publicados entre 1998 e 2015 sobre sistemas de avaliação de performance em cadeia de suprimento e concluíram que abordagem mais comum é aquela baseada na perspectiva do pesquisador, esta abordagem relaciona a avaliação das medidas de desempenho com hipóteses de causa e efeito e as inter-relações entre medidas de desempenho. Essa abordagem apareceu em 63% dos artigos avaliados.

Ainda de acordo com Balfaqih et al., (2016) as abordagens baseadas em processos foram empregadas em 41% dos artigos analisados. Essa abordagem é caracterizada por partir da compreensão dos principais processos e atividades da SC para desenvolver um PMS eficiente,

A terceira abordagem relevante foi a hierárquica. Um PMS baseado em hierarquias avalia o desempenho do SC decompondo-o em vários níveis. Cerca de 35% dos artigos revisados propuseram um PMS baseado em hierarquia.

Krakovics et al. (2008) analisam e resumem os modelos de medição de desempenho segundo Rey (1998); segundo Bowersox e Closs(1996), segundo Dornier(2000); segundo Lambert et al (1999); segundo Beamon(1999) e segundo Lohman et al.(2004) e destacam o trabalho de Lohman et al. (2004) que propõem um modelo de medidas de performance – MPs baseado no BSC de Kaplan e Norton (1992).

O estudo de Lohman et al. (2004) resultou em um sistema que pode ser resumido como um *balanced scorecard* adaptado às necessidades da empresa. Os resultados empíricos diferem, em alguns aspectos, da literatura sobre desenvolvimento de sistemas de medição de desempenho e oferecem novas ideias

relacionadas ao papel de iniciativas paralelas, métricas padronizadas, melhoria contínua, normalização e agregação de medidas.

As ideias de Lohman et al. (2004) apoiaram o desenvolvimento de PIs para empresas 4PL, desenvolvido por Krakovics et al (2008). O sistema é aplicado em um estudo de caso e fornece resultados aderentes. Lohman et al. (2004) destacam como vantagens desse modelo seu conceito de hierarquia de indicadores, análise financeira e não-financeira e alinhamento com a estratégia da organização.

Domingues et al. (2015) fazem uma revisão sistemática da literatura com quinze referências na área de pesquisa de medidas de desempenho. Dos trabalhos analisados, treze desenvolveram a sua investigação na área da logística, entre eles: nove tratam de uma perspectiva ampla da cadeia de abastecimento. Vale destacar que apenas três dos trabalhos revistos focaram suas pesquisas no desenvolvimento de indicadores de desempenho 3PL.

2.4.1

Modelo de Lohman

O modelo de Lohman et al. (2004) é baseado em PIs que representam a eficiência obtida por um processo, ou parte dele, em comparação com um objetivo. Nessa proposição, sistemas de medição de desempenho (PMS) são ferramentas que integram indicadores de performance e são capazes de fornecer às empresas as ferramentas necessárias para apoiar o planejamento e monitoramento de um processo.

Lohman et al. (2004) fizeram um estudo de caso sobre a Nike na Europa. Nesse estudo, analisaram 100 medidas de desempenho, já adotadas pela empresa, em uma base que contava com informações sobre nome, finalidade, metas, fórmula de cálculo, frequência, unidade, origem dos dados, pessoa responsável, entre outros. Organizaram esses indicadores em uma hierarquia composta por um nível superior, que é denominado “*cluster*”, que agrega medidas de nível intermediário que contribuem para um mesmo objetivo ou processo. Um nível intermediário definido como indicador chave ou KPI, que agrega PIs relacionados ao mesmo objetivo ou processo de nível intermediário e um nível inferior, definido como PI, que representa medidas que traduzem processos ou atividades

específicas. Essa estratificação foi estabelecida com base no grau de agregação de informações. (Krakovics et al., 2008)

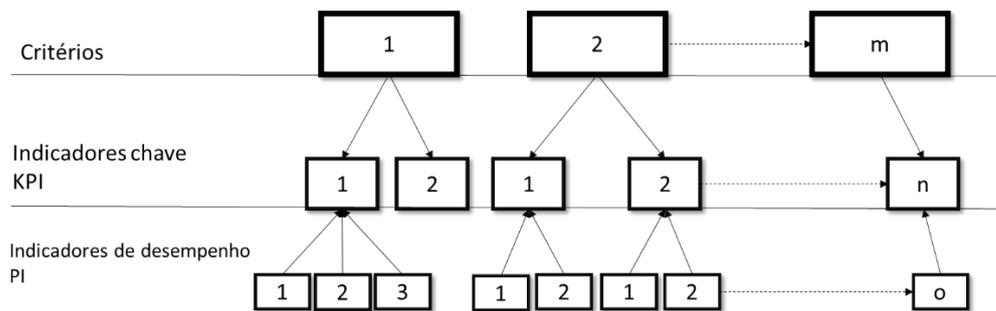


Figura 2-2: Hierarquia das métricas.

Fonte: Lohman et al. (2004 p.279).

Os critérios, que Lohman et al. (2004) chamou de *clusters*, são os indicadores agregados no nível superior, determinados de forma análoga ao *BSC*. Os pesquisadores ampliaram a visão proposta pelo *BSC*, com o objetivo de representar a operação com mais fidelidade. Os critérios que foram propostos para o estudo de Lohman et al. (2004) são: clientes, sustentabilidade, finanças, melhorias no processo, fluxo de produto e pessoas.

Para aplicação do modelo é necessário fixar metas e normalizar os resultados. Lohman et al. (2004) propõe a normalização dos resultados através do uso de uma escala linear de 0 a 10. Normalizar a pontuação significa que a meta vai estar em algum lugar entre 0 e 10, e esses valores normalizados devem ter um mesmo significado, independentemente da métrica do indicador. (Lohman et al. 2004)

Krakovics et al. (2008) propõem, para a normalização, a utilização de uma curva S, formulada segundo a Distribuição de Weibull. Na medida que o valor da variável de interesse aumenta, a saída varia entre 1 e 0 ou de 1 a 0 caso a saída seja decrescente. Eles defendem que a curva S pode ser utilizada na avaliação de desempenho de qualquer sistema, relacionando uma pontuação (que varia de 1 a 0) a qualquer valor que uma variável possa assumir.

2.4.2

Desenvolvimento do PMS

Para desenvolver um PMS específico para uma SC ou para um elo da cadeia, as seguintes etapas são recomendadas: (1) definir o foco, objetivos e estratégia da SC da empresa. (2) Desenvolver um PMS preliminar, selecionando uma abordagem adequada, critérios e métricas com base nos objetivos e metas definidos para SC. (3) priorizar os critérios e métricas de desempenho que vão compor o PMS. (4) receber feedbacks e comentários sobre o PMS preliminar das partes interessadas e modificá-lo de acordo. (5) conseguir um consenso sobre o PMS. (6) demonstrar o PMS a todas as partes interessadas. (Balfaqih et al., 2016).

Considerando que não é possível falar em logística de forma isolada, a pesquisa em indicadores de desempenho em logística e gestão de cadeia de suprimento se confundem. A medição de desempenho na gestão de cadeia de suprimento é a gestão de cada um dos elementos da cadeia, mas de forma integrada. Nesse trabalho o foco é um dos elos dessa cadeia, mas as discussões a respeito de indicadores da cadeia como um todo fornece subsídios para construção do papel e posicionamento da armazenagem na cadeia de suprimentos.

Beamon (1999) discute que precisam existir pelo menos três tipos de medidas em cadeia de suprimentos e no mínimo uma medida de performance individual de cada tipo:

(i) medidas de recursos: Já que a gestão eficiente dos recursos é crítica para a lucratividade. Incluem: níveis de inventário, necessidade de pessoal, utilização de equipamentos, uso de energia e custos, geralmente medidos em função dos requisitos mínimos ou da eficiência. Por vezes tem aspectos financeiros associados.

(ii) medidas de produção: O serviço logístico deve agregar alto nível de serviço ao cliente. Incluem: atendimento ao cliente, qualidade e quantidade de produtos finais produzidos. Podem ser medidas quantitativas ou qualitativas

(iii) medidas de flexibilidade: Em um ambiente competitivo a capacidade para responder a mudanças tem muito valor.

A fase inicial de projetar o sistema consiste em levantar possíveis indicadores, baseado em relatórios existentes, em protótipos de sistema abertos,

observar o processo e a percepção e necessidades dos usuários em relação as atividades. (Krakovics et al., 2008).

2.4.3

Levantamento de indicadores de desempenho para sistemas de logística

Gunasekaran et al. (2001) falam da classificação dos indicadores de performance em três níveis de decisão diferentes – estratégicos, táticos e operacionais. O nível estratégico mede as decisões de gestão de nível superior (por exemplo, competitividade), o nível tático trata de decisões de gestão de nível médio (por exemplo, alocação de recursos) e nível operacional mede as atividades dos gestores de baixo nível (por exemplo, alcançar a correção de entrega). Essa classificação também reflete os diferentes horizontes de tempo de planejamento e a hierarquia de controle em conformidade

Balfaqih et al., (2016) levantaram 18 critérios de medição apontados nas pesquisas entre 2008 e 2015 e destacaram que o critério mais estudado foi custo/finanças, seguido pelo critério cliente, processos internos, e na sequencia: inovação e aprendizagem, flexibilidade, confiabilidade, tempo, capacidade de resposta, qualidade, gestão do ativo, eficiência, recursos, produção e informação. Destacam também que a maioria dos trabalhos analisados considera como ponto de partida para a pesquisa, os critérios incluídos nos modelos BSC e SCOR-*Supply Chain Operations Reference*. Os autores avaliam que BSC e SCOR são os modelos mais escolhidos porque são sistemas compatíveis com várias estruturas de cadeia de suprimento.

Destaca-se, para essa pesquisa, os critérios do BSC: financeiro, cliente, e processos internos. Cada critério desses encerra indicadores chaves-KPIs, que são agrupamentos de PI. Adiciona-se a esses critérios, a questão de meio ambiente ou sustentabilidade conforme Lohman et al. (2004) destacam. A questão ambiental foi muito citada nas publicações, e pode ser expandido para meio ambiente e segurança, que estão intrinsecamente ligados no contexto da cadeia de suprimento de petróleo e são absolutamente relevantes para o segmento.

Na pesquisa de Domingues et al. (2015) é identificado um amplo conjunto de indicadores de desempenho utilizados na caracterização dos sistemas da cadeia

de abastecimento. A pesquisa classifica os indicadores de desempenho em relação a atividade associada, a saber: transporte e distribuição e armazenamento e gestão de estoques. Esses indicadores são organizados nas três dimensões propostas por Gunkaskaram et al. (2001) operacional, tático e estratégico e ainda destaca perspectiva do indicador: interno ou externo. Destaca os trabalhos de Bagchi (1996), Kaplan e Norton (1996), Lambert et al. (1998), Beamon (1999), Gunasekaran et al. (2001), Gunasekaran et al. (2004), Krauth e Moonen (2005); Krauth et al. (2005); Krakovics et al. (2008), Schönsleben (2016) e Garcia et al. (2012) que apresentaram indicadores para armazenagem.

A partir dos indicadores levantados nas pesquisas acima citadas e considerando as particularidades para os terminais de graneis líquidos, os próximos parágrafos trazem indicadores que se aplicam a terminais de graneis líquidos.

Bagchi(1996) traz uma pesquisa sobre do uso de benchmarking como estratégia competitiva, na pesquisa ele apresenta alguns indicadores adequados para benchmarking, dos quais cabe destacar os conceitos de indicadores a respeito de dano a mercadoria e custo por tonelada armazenada.

O manual *Supply Chain Operations Reference –SCOR Supply Chain Council* (2012), apresenta um amplo conjunto de indicadores de performance, dentre os quais o conceito de disponibilidade de equipamento é muito útil à logística de graneis.

Krauth et al. (2005) destacam o indicador de Produtividade e Capacidade utilizada, ainda levantam o indicador Correção/Precisão dos documentos de envio, que também aparece em Bowersox et al. (2014).

Garcia et al. (2012) analisam a cadeia de suprimento para a indústria de vinhos na Argentina e alguns indicadores se aplicam a logística de graneis em geral, a saber: Custos Logísticos; reclamações devido a falha na qualidade; reclamações relacionadas à cobrança, índice de desempenho de armazém que pode ser decomposto em índice de desempenho do armazém na expedição da mercadoria; tempo de carregamento/descarga; percentagem de danos a mercadoria no armazém; taxa de utilização do armazém; tempo de ciclo em armazém e período médio do ciclo de entregas, que também aparece em Bowersox et al (2014).

De Bowersox et al.(2014) pode –se destacar: custo da falha de serviço, tempo de resposta; consistência do ciclo de entregas, frequência de danos, frequência de extravios e produtividade do armazém.

Kravokics et al. (2008) introduz o custo de movimentação e armazenamento.

Gunasekaran et al. (2004) desenvolveram uma estrutura para apoiar a compreensão e a importância da medição e das métricas de desempenho do SCM, usando a literatura e os resultados de um estudo empírico de empresas britânicas. Nesse estudo agruparam os indicadores em planejamento, suprimento, produção e entrega. Os indicadores que se aplicam a terminais são cumprimento de planejamento logístico; energia despendida nas operações; qualidade das mercadorias entregues, flexibilidade do sistema para atender as necessidades do cliente.

Segundo Rodrigue (2017), três grandes atributos estão relacionados com o desempenho dos terminais de transporte:

Localização. O principal ponto é atender a uma grande concentração de atividades industriais, essa é a área de mercado de um terminal.

Acessibilidade. Um terminal precisa estar conectado a outros terminais em escala local, regional e global e a forma como o terminal está ligado ao sistema de transporte é importante. É relevante que um terminal esteja conectado à sua área de atuação por meio de um sistema de transporte interior (Dutoviário, ferroviário, rodoviário ou fluvial).

A infraestrutura. A capacidade nominal que está relacionada com a quantidade de terra que ocupa e seu nível de intensidade tecnológica, de mão de obra e gerencial. Considerações de infraestrutura são importantes, pois devem acomodar o tráfego atual e antecipar tendências futuras, juntamente com mudanças tecnológicas e logísticas. Modernas infraestruturas de terminais, conseqüentemente, exigem investimentos maciços e estão entre as maiores estruturas já construídas. Uma taxa de utilização de 75% a 80% da capacidade projetada é considerada ideal, pois acima desse nível, o congestionamento começa a surgir, prejudicando a confiabilidade das instalações do terminal. Um terminal raramente tem uma utilização uniforme, usualmente é caracterizado por períodos de alta e baixa atividade.

Pode-se agrupar as atividades operacionais de um terminal em: Atividades de recebimento, atividades de armazenagem, atividades de expedição e atividades suplementares. Nas atividades de recebimento, é necessário destacar a atracação do navio, que tem métricas de desempenho próprias e afetam sobremaneira o desempenho do terminal

A *United Nations Conference on Trade and Development* – UNCTAD publicou em 2016 uma análise do setor portuário, que apresenta um conjunto de indicadores de performance de portos, desse estudo pode –se destacar os indicadores relacionados as operações de carga e descarga de navios de granel líquido.

A literatura apresenta uma variedade considerável de conceitos de indicadores que podem ser adaptados a terminais de granéis líquidos. Depois de identificados esses conceitos, cabe transformá-los em grupos de critérios, indicadores chave e indicadores e verificar sua aplicabilidade a esse mercado.

3

Metodologia

3.1

Análise Hierárquica de Processo-AHP

3.1.1

O modelo clássico de Saaty

O método AHP – *Analytic hierarchical process* foi desenvolvido por Saaty entre 1971 e 1975 na universidade da Pensilvânia e tem o objetivo de simplificar o processo de tomada de decisão, possibilitando considerar aspectos não tangíveis, de forma estruturada, na tomada de decisão. (Saaty, 1987)

Baseia-se em estudos sobre o funcionamento do cérebro humano e sua capacidade de tomar decisões que garantem a nossa sobrevivência, de forma intuitiva e considerando as informações disponíveis. AHP foi inspirado por várias descobertas anteriores. A utilização de comparações de pares vem da psicologia. A formulação hierárquica dos critérios, foi proposto e aplicado por Miller entre 1966 e 1969 (*apud* Ishizaka & Labib, 2011). O número de itens em cada nível também vem do trabalho de Miller, que ainda recomenda o uso de cinco a nove itens. A escala de 1-9 é baseada em observações psicológicas. (Ishizaka & Labib, 2011)

O método se aplica à: determinação de prioridades; geração de um conjunto de alternativas; escolha do melhor plano de ação; determinação de requisitos; alocação de recursos; previsão de resultados e avaliação de riscos; projeto de sistemas; garantia de estabilidade de sistemas; otimização; planejamento; resolução de conflitos e medição de desempenho entre outras aplicações. (Saaty, 1990)

O AHP organiza os componentes de um problema em uma estrutura hierárquica que vai de um objetivo geral a componentes (ou alternativas) específicos, passando por critérios e subcritérios, de forma sucessiva. A estratégia principal do método é decompor uma grande questão em questões simples, que

podem ser comparadas e avaliadas e depois sintetizar essas avaliações em uma resposta unificada para a grande questão apresentada. Falando em medição de desempenho, trata da decomposição e síntese das relações entre os critérios de desempenho até a obtenção de priorização entre os indicadores, aproximando-se de uma melhor resposta de medição única de desempenho (Saaty, 1991).

Russo & Camanho (2015) fazem uma revisão sistemática da literatura e relacionam 33 artigos publicados entre 2005 e 2015, com o objetivo de demonstrar aplicações práticas do método. Dez desses artigos trataram de priorizar indicadores e um deles tratou de um caso específico na indústria do petróleo, na área de produção de lubrificantes.

Em geral, os fatores de influência foram chamados de critérios e nesse trabalho essa nomenclatura será adotada. Em quase todos os artigos esses critérios foram extraídos da literatura ou de aspectos relevantes para a organização (Russo & Camanho, 2015).

Nessa pesquisa serão selecionados critérios da literatura e das métricas usuais do mercado, já que se refere a um segmento de prestadores de serviço da cadeia de suprimento

Segundo Russo & Camanho (2015), com o objetivo de manter a consistência e redundância para o método é recomendado manter um número de até sete critérios em duas ou três camadas. Na segunda camada, os artigos analisados mantiveram uma média de 4,78 critérios e uma moda de 3. O autor observa que um grande número de critérios dificulta a comparação em pares. Na terceira camada, a média e a moda foram 5 subcritérios, Russo & Camanho (2015) ainda destacam que foram utilizadas duas maneiras de avaliar os critérios: o julgamento absoluto para critérios quantitativos e a comparação em pares para critérios qualitativos.

3.1.1.1

Etapas aplicação do método

Para a aplicação da metodologia, algumas etapas devem ser seguidas, considerando as pesquisas de Saaty (1990; 2008) e Vaidya & Kumar (2004) é possível destacar os passos descritos a seguir.

3.1.1.2

Definir o problema e área de conhecimento

É necessário definir o problema e determinar o tipo de conhecimento procurado. (Saaty, 2008). Esse passo pode ser desdobrado em: (Vaidya & Kumar, 2004):

(i) Descrever o problema

É preciso descrever o problema em detalhes suficientes para representá-lo de forma completa, mas se atendo a utilidade da informação. Excesso de informação pode levar a perda da sensibilidade às alterações de elementos.

Existem estudos que apontam para um limite psicológico: Um ser humano é capaz de avaliar com certa precisão entre 5 e 9 alternativas. (Saaty, 1990; 2008)

(ii) Ampliar os objetivos do problema e considerar todos os agentes envolvidos, objetivos e seu resultado.

É preciso conhecer o problema, considerar o ambiente em torno do problema, a necessidade e o propósito da decisão e as ações alternativas a serem tomadas.

(ii) Identificar os critérios que influenciam a decisão.

Os critérios da decisão, seus subcritérios, partes interessadas e grupos afetados devem ser mapeados. (Saaty, 1990; 2008)

3.1.1.3

Estruturar a hierarquia

Deve-se estruturar a questão a partir do nível mais alto, ou seja, o objetivo geral da decisão/avaliação ou da companhia. Em seguida, deve-se estruturar os objetivos secundários, ainda em uma perspectiva mais ampla. Os objetivos secundários vão determinar os níveis intermediários. A decomposição segue até o nível mais baixo, que descreve alternativas ou medidas específicas. A cada nó (ponto onde um critério se divide em subcritérios) o nível de detalhes se torna mais específico e contribui, individualmente, menos para o objetivo geral. Quanto mais alternativas, menos importante cada alternativa individual se torna. (Saaty, 2008).

Organizar os objetivos, atributos, questões e partes interessadas em uma hierarquia tem dois objetivos: Fornecer uma visão geral das relações complexas inerentes à situação; e ajudar o decisor a avaliar se as questões em cada nível são da mesma ordem de grandeza, para que ele possa comparar esses elementos homogêneos com precisão. (Saaty, 1990; 2008).

Essa etapa pode ser a mais relevante do método, já que critérios, alternativas e detalhes insuficientes podem levar a uma decomposição falha do problema.

A hierarquia deve conter todos os critérios relevantes a decisão, os critérios de nível inferior devem ser específicos o suficiente de forma a permitir a comparação entre alternativas, não devendo existir redundâncias entre alternativas

3.1.1.4

Construir um conjunto de matrizes de comparação entre pares

Saaty propõe a comparação ou julgamento em pares e defende, em vários trabalhos, que é natural para o cérebro humano comparar dois atributos e definir qual é mais importante. Cada comparação dois a dois, deve considerar a contribuição das alternativas para o critério imediatamente superior na hierarquia (Saaty, 2008). Esse julgamento representa a relação entre dois elementos que contribuem para o mesmo objetivo de nível superior e pode ser representado numericamente.

Para fazer as comparações, Saaty propõe uma escala numérica que indique quantas vezes um elemento é mais importante, em relação a outro considerando o critério ao qual ambos estão relacionados. Essa relação é chamada de dominância.

A Tabela 3-1 apresenta a escala fundamental de números absolutos. Essa escala atribui valores numéricos a opiniões, julgamentos verbais. Seus valores variam de 1 até 9. Uma das bases conceituais para justificar esse valor está associada à limitação humana para distinguir níveis de intensidade. Os indivíduos conseguem distinguir três níveis de intensidade, alta, média e baixa e cada nível novamente em alto, média e baixa, ou seja, 9 subdivisões. A escala pode ser associada a critérios quantitativos ou qualitativos, logo sujeitos a alguma subjetividade. (Saaty, 1990; 2008)

O objetivo do método é atribuir valores ao conhecimento implícito de especialistas. Assim o processo consiste em perguntar para especialistas qual dos

dois elementos é mais importante em relação ao critério de nível superior, e com que intensidade, usando a escala Tabela 3.1. Matematicamente isso implica em realizar $n(n-1)/2$ comparações, onde n é o número de elementos, considerando que elementos diagonais são iguais a '1' e os outros elementos abaixo da diagonal serão os recíprocos das comparações acima da diagonal. (Vaidya & Kumar, 2004)

Tabela 3-1: Escala fundamental dos números absolutos.

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada	Importância pequena de uma sobre a outra
5	Importante	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Muito mais importante/importância demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra; seu é domínio demonstrado na prática.
9	Importância extrema	As evidências que favorecem uma atividade em detrimento de outra é da mais alta ordem possível de afirmação
2,4,6,8	Valores intermediários	Quando o julgamento fica entre duas definições
Recíprocos dos valores acima de zero	Se a atividade i tiver um dos números acima, diferentes de zero atribuído a ele quando comparado com a atividade j , então j tem o recíproco valor quando comparado com i	Essa suposição é lógica.
Racionais	Razões resultantes da escala	

Fonte: Saaty, 1991 p. 86.

A matriz que representa essas comparações é uma matriz quadrada, positiva e recíproca, onde os valores da posição diagonal serão sempre 1, já que representa a importância de um elemento em relação a ele mesmo. Na sequência, o preenchimento da matriz deve ser feito linha a linha, primeiro a importância do elemento da primeira linha em relação a cada elemento das colunas é definida, depois da segunda linha, até que todas as linhas da diagonal superior da matriz tenham sido preenchidas. A relação inversa, do elemento j, i da matriz (linhas inferiores a diagonal) é representada pelo inverso do valor atribuído ao elemento i, j . Observe a Tabela 3-2.

Tabela 3-2: Matriz Exemplo.

	A	B	C
A	1	9	7
B	1/9	1	3
C	1/7	1/3	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

A leitura dessa matriz pode ser feita considerando que a alternativa A é 9 vezes mais importante que a alternativa B, essa relação AB é representada por 9. A relação inversa, BA, matematicamente, é representada pelo inverso do inteiro ou seja 1/9.

Para exemplificar considere as alternativas A B, C e os seus julgamentos baseados na escala absoluta, descritos na tabela 3-3

Tabela 3-3: Exemplo de julgamentos diretos e seus recíprocos.

Parâmetro	Valor atribuído	Parâmetro	Valor atribuído
A comparado a B	9	B comparado a A	1/9
A comparado a C	7	C comparado a A	1/7
B comparado a C	3	C comparado a B	1/3

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1.1.5

Avaliar a consistência dos julgamentos

É característico do método apresentar inconsistências, já que se baseia na opinião, intuição e experiência dos entrevistados, assim, a consistência da matriz deve ser verificada. Uma matriz consistente é aquela onde, a partir de parte dos dados, os outros podem ser logicamente deduzidos. (Saaty,1991). Para ilustrar a inconsistência, considere que se A é 9 vezes mais relevante que B, e A é 7 vezes mais relevante que C, então $A=9B$ e $A=7C$. Logo, $B/C = 7/9 =$ posição (B, C). Portanto, se o julgamento da posição (B, C) não for 7/9, então a matriz contém inconsistência, como ocorre na tabela 3-3.

Matrizes quase consistentes são essenciais porque, quando se lida com intangíveis, o julgamento humano é necessariamente inconsistente e, se com novas informações, é possível melhorar a inconsistência para uma quase

consistência, isso pode melhorar a validade das prioridades de uma decisão. (Saaty, 2003)

3.1.1.6

Cálculo das prioridades ou pesos- Auto vetor e Autovalor

O objetivo dessa matriz é permitir que se estabeleça uma prioridade, um peso único para cada alternativa, esse peso pode ser representado por um vetor de prioridades, esse vetor é chamado de auto vetor (v). O auto vetor é o único candidato a representar com precisão as prioridades obtidas de uma matriz positiva e recíproca. (Saaty, 2003). Ao auto vetor está associado, uma grandeza escalar chamada autovalor (λ), que é um indicador da consistência do julgamento.

O AHP busca o autovalor máximo, $\lambda_{\text{máx}}$ que no caso de consistência deveria ser igual a n (dimensão da matriz), e quanto mais próximo de n mais consistente o julgamento.

Para uma matriz (A) o único vetor positivo v e a única constante positiva λ que atendem a condição descrita em eq. (3-1) é o auto vetor v de A associado ao maior autovalor λ de A . (Saaty, 2003).

$$Av = \lambda v \quad (3-1)$$

Existem alguns métodos para obtenção desse vetor de prioridades, mas segundo Harker & Vargas (1987), o método do auto vetor parece ser o único correto para tratar matrizes que não sejam consistentes.

3.1.1.7

Cálculo das medidas de consistência

As principais medidas de consistência são: o índice de consistência e a razão de consistência.

O índice de consistência – I.C. é dado por:

$$I. C. = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1} \quad (3-2)$$

Esse índice de consistência precisa ser comparado a alguma referência para ter um significado prático. Saaty conduziu um estudo que gerou uma tabela de referência de índices de consistência, associados a matrizes recíprocas, construídas de maneira aleatória. O estudo estabeleceu índices de referência para matrizes de ordem de 1 a 15, esse índice foi denominado I.R. e é apresentado na tabela 3-4.

Tabela 3-4: Índices de consistência para matrizes recíprocas randômicas.

Ordem da Matriz	I.R
1	0,00
2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56
14	1,57
15	1,59

Fonte: Saaty 1991, p. 27.

Após calcular o índice de consistência, é necessário compará-lo com os índices das matrizes randômicas e a razão de consistência (RC) é estabelecida. RCs de até 0,1, ou 10%, são aceitas para matrizes de ordem 4 ou mais. Se a esse valor não foi atingido é necessário a revisão de alguns julgamentos.

$$RC = \frac{IC}{IR_n} \quad (3-3)$$

Considerando o $\lambda_{\text{máx}}$, se os valores de IC, e RC são satisfatórios, então a prioridade pode ser estabelecida, desde que os valores das avaliações de alternativas estejam normalizados.

Depois de seguidos os passos até esse ponto, dado que a consistência da matriz tenha sido satisfatória, o auto vetor obtido, é confirmado como ponderação para o critério em análise, com referência ao critério superior, isso é feito para cada elemento até a obtenção da prioridade geral ou global. (Saaty, 2008)

3.1.2

Decisões em grupo

O método foi desenhado para avaliações com base na experiência de um avaliador, mas foi adaptado, de forma eficaz, para decisões em grupo, o que pode contribuir para evitar a polarização da avaliação. Para essa adaptação Ishizaka & Labib (2011) destacam quatro desenvolvimentos conforme tabela 2-5 sendo dois métodos com agregação matemática e dois métodos baseados em consenso.

Os métodos de consenso, como o nome já destaca necessitam de acordo dos participantes e envolvem longas discussões, ainda podem ser afetados pelo desempenho de liderança de alguns membros.

Tabela 3-5: Maneiras de combinar preferências.

				Agregação matemática	
				Sim	Não
Agregação em:	Prioridades	Média aritmética ponderada sobre as prioridades		Consenso em prioridades	
	Julgamentos	Média geométrica dos julgamentos		Consenso em julgamentos	

Fonte: Ishizaka & Labib (2011) p. 1432.

No caso de pesquisas com um grupo numeroso de respondentes ou que não serão realizadas no mesmo momento, a agregação matemática é indicada, visto a impossibilidade de consenso. Para essa hipótese, dois métodos podem ser aplicados.

O primeiro usa média aritmética ponderada sobre as prioridades, ou seja, os decisores opinam no primeiro nível abaixo do objetivo da hierarquia AHP. As prioridades são calculadas e, em seguida, agregadas usando o método de média

aritmética ponderada. Esse método foi considerado de difícil uso e sem um significado concreto. (Ishizaka & Labib 2011).

O segundo método, consiste em aplicar a média geométrica a cada julgamento e proceder os cálculos de prioridades. O uso da média geométrica deve ser adotado e não a média aritmética, porque preserva a propriedade de existirem recíprocos (Ackel & Saaty, 1983 *apud* Ishizaka & Labib, 2011). Ainda se destaca que a média geométrica é o equivalente matemático do consenso.

Outro fator relevante na decisão em grupos é a homogeneidade do grupo (Saaty e Vargas, 2007). Para alcançar uma decisão que atende o grupo, todos os membros devem estar de acordo com cada decisão e prioridades. Assim, segundo Saaty & Vargas (2007) é necessário que:

- (i) as decisões sejam homogêneas;
- (ii) as prioridades dos membros do grupo sejam compatíveis

Para atingir essa homogeneidade pode ser necessário estratificar o grupo de decisores agrupando-os por compatibilidade de prioridades.

3.1.3

Método Simplificado de Leal

Em estudo de Leal (2018) é apresentada uma simplificação do método que objetiva tornar mais prática sua aplicação. Embora seja uma ferramenta poderosa para a tomada de decisão, o alto número de comparações exigido pode comprometer a participação de decisores do alto escalão das empresas. A simplificação do método consiste em presumir a consistência dos julgamentos e, em consequência, da matriz. Assim partindo do elemento mais importante do conjunto, que é avaliado em relação a todos os outros, se obtém uma linha da matriz, as prioridades são calculadas apenas com base nessa linha. (Leal, 2018)

A linha da alternativa de aparente maior prioridade é escolhida por que é inferido que a decisão está mais consciente. O decisor está mais preocupado em ser preciso, na comparação da alternativa que ele considera mais importante em relação as outras. (Wolff, 2008)

Em uma matriz completa, a linha correspondente à alternativa de maior prioridade é a que tem o maior resultado na soma de seus valores. Observe a soma

das prioridades Tabela 3-6. O elemento mais importante nessa comparação é A, a soma da linha A é a de maior valor.

Tabela 3-6: Linha de maior prioridade.

	A	B	C	Soma
A	1	9	7	17
B	1/9	1	3	4,11
C	1/7	1/3	1	1,19

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda considerando os critérios, A, B e C, o método simplificado propõe que as únicas avaliações solicitadas aos decisores sejam comparar AB e AC. Como exemplo observe a tabela 3-7. Se o método simplificado fosse aplicado a situação exemplo, a única linha que obtida seria a linha A.

Tabela 3-7: Prioridades em relação a A.

	A	B	C
A	1	9	7

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir dessa linha, se calcula as prioridades correspondentes as demais linhas, considerando a premissa que elas teriam sido preenchidas com consistência absoluta, isto é, respeitando as relações descritas em 3-4 e 3-5.

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \quad (3-4)$$

$$a_{jk} = \frac{a_{ik}}{a_{ij}} \quad (3-5)$$

Leal (2018) demonstra que, supondo consistência, pode-se calcular diretamente o auto vetor, a partir da comparação em apenas uma linha.

As fórmulas para cálculo de prioridades pelo método de Saaty, partindo da premissa de consistência absoluta, são deduzidas por Leal (2018) conforme descrito abaixo:

A Soma de cada linha é definida por:

$$s_j = \sum_k \frac{a_{ik}}{a_{ij}} = \frac{1}{a_{ij}} \sum_k a_{ik} \quad (3-6)$$

A soma dos totais das linhas é:

$$s = \sum_j \frac{1}{a_{ij}} \sum_k a_{ik} \quad (3-7)$$

Logo a avaliação, com a prioridade pr_j para a linha, ou alternativa j é:

$$pr_j = \frac{\frac{1}{a_{ij}} \sum_k a_{ik}}{\sum_j \frac{1}{a_{ij}} \sum_k a_{ik}} = \frac{\frac{1}{a_{ij}}}{\sum_j \frac{1}{a_{ij}}} \quad (3-8)$$

Uma particularização para a_{ij} , que obrigatoriamente é 1, já que a relevância de um elemento em relação a ele mesmo não pode ser diferente é:

$$pr_1 = \frac{1}{\sum_j 1/a_{1j}} \quad (3-9)$$

Os demais elementos j serão:

$$pr_j = \frac{1}{a_{1j}} * pr_1 \quad (3-10)$$

Leal (2018) então define a fórmula geral para o cálculo da prioridade de todos os elementos como, partindo de uma linha qualquer i ..:

$$pr_j = \frac{1}{a_{ij} * \sum_k 1/a_{ik}} \quad (3-11)$$

Leal (2018) deduz a fórmula para cálculo de prioridades pelo método de solução de Winston, e obteve as mesmas fórmulas. Isso porque a matriz é consistente. No mesmo estudo, o resultado obtido com a fórmula deduzida são comparados com o resultado fornecido pelo Siclab- um software livre e de código

aberto para computação numérica- e são consistentes. Leal (2108) comprova que a fórmula vai produzir os valores exatos do autovalor extraído de uma matriz consistente, não se tratando, portanto, de uma aproximação.

3.2

Metodologia de Pesquisa do tipo Survey

A pesquisa survey se presta a obter dados ou informações sobre característica, ações ou opiniões de um grupo específico de pessoas, por meio de um instrumento de pesquisa, no caso o questionário. O método é empregado quando o interesse é produzir descrições quantitativas de uma população, fazendo uso de um instrumento definido. É apropriada quando se tem a intenção de responder questões do tipo: O que? Porque? Como? E quanto? E não se controla as variáveis independentes e dependentes. (Freitas et al., 2000)

Segundo Babbie (1999) esse tipo de pesquisa pode ter três objetivos básicos, descritos a seguir e pode atender a mais de um deles simultaneamente, além disso é preciso estabelecer a unidade de análise e o desenho básico ou comportamento no tempo.

As pesquisas podem ser classificadas quanto ao propósito em: Descritivas, que investigam a distribuição de um fenômeno na população sem se preocupar com porquês, trata unicamente de descrever o objeto de estudo. Explanatórias que testam uma teoria e as relações de causa ou estabelece as relações de causa e questiona se a relação causal existe. Ou ainda podem ser exploratórias quando o objetivo é familiarizar-se com o tópico e identificar conceitos. (Freitas et al., 2000)

Quanto a relação com o tempo, a pesquisa pode ser longitudinal ou interseccional. A pesquisa longitudinal é aquela que investiga o fenômeno no tempo. As coletas de dados são em tempos determinados e investiga a variação dos dados nesse intervalo, por exemplo a análise de vários censos, indicando as mudanças na sociedade brasileira. A pesquisa é interseccional quando os dados são coletados num único momento objetivando descrever o estado de uma ou várias variáveis no momento, por exemplo as conclusões do censo no ano de análise. (Freitas et al., 2000; Babbie, 1999)

Quanto a amostragem, podem ser:

Amostra probabilística: quando todos os elementos da população têm a mesma chance de ser escolhidos, a amostra pode ser aleatória ou sistemática. Todo o tratamento da amostra é baseado nas probabilidades.

A amostra não probabilística: É obtida com base em algum critério definido, é utilizada quando o grupo que se pesquisa é específico. A amostra não probabilística pode ser:

(i) Por conveniência: quando os participantes são selecionados por estarem disponíveis.

(ii) Mais similares ou mais diferentes: Depende do foco do estudo, os participantes com ideias mais parecidas são selecionados ou os que possuem pontos de vista mais divergentes.

(iii) por quotas: Tem-se o cuidado de selecionar indivíduos de todos os subgrupos da amostra.

(iv) Bola de neve: Participantes indicam outros participantes.

(v) Casos críticos: Os participantes representam uma particularidade do processo.

(vi) Casos típicos: O objetivo é estudar o fenômeno que mais se repete.

O tamanho da amostra apode ser muito relevante quando existe uma população maior que precisa ser representada com a maior fidelidade possível.

Da teoria de pesquisa *survey* destacar destaca-se que: a pesquisa pretendida é de propósito explanatório, já que o objetivo é quantificar a importância de elementos em comparação uns aos outros. Quanto ao comportamento no tempo é de corte transversal com amostra não probabilística, selecionada por conveniência, já que a pesquisa será encaminhada para os respondentes disponíveis. A experiência do respondente é muito relevante para os resultados e o público alvo é restrito.

O método AHP é um tipo específico de pesquisa, já que possui seu próprio tratamento dos resultados.

3.2.1

Planejamento do questionário

Na hipótese da tomada de decisão envolvendo indivíduos que não estão próximos fisicamente ou muito numerosos, o que inviabiliza o consenso, é prática aplicar questionários. (Saaty & Vargas, 2007)

No AHP, quando os itens de pesquisa projetados para matriz em um questionário aumentam, o número de comparações aumenta drasticamente. Isso pode não apenas causar a matriz inconsistente ou incompleta, mas também resultar em uma pesquisa mais longa e menor taxa de resposta. (Ergu & Kou, 2012)

O modelo sugerido para o questionário é o formato de escala combinada de 9 pontos de Saaty, o formato gráfico com barras deslizantes é o mais indicado, já que oferece ao respondente um a opção simples e mais intuitiva. (Sato, 2003)

Após o levantamento de critérios da literatura, será realizada uma pesquisa exploratória com um grupo focal de seis profissionais para apoiar o processo de simplificação do questionário, utilizando o modelo simplificado de Leal (2018) que apoia a linha defendida por Ergu & Kou (2012), sobre a baixa aderência dos respondentes á questionários muito longos.

Com o apoio do grupo focal, será definido o critério ou alternativa mais importante e os demais serão comparados a ele.

4

Resultados

4.1

Cadeia de suprimentos do Petróleo

4.1.1

Sistema de produção e distribuição de petróleo

O petróleo é uma mistura composta de gases, líquidos e sólidos. É composto por aproximadamente 90% de hidrocarbonetos, o restante é formado por contaminantes. Formada pelo acúmulo de material orgânico sob condições específicas de pressão e isolamento em camadas do subsolo de bacias sedimentares, essa mistura permanece nessas condições por milhares de anos, aprisionado sob rochas características chamadas seladoras. (ANP, 2015; Cardoso, 2004)

A cadeia do petróleo começa com a exploração, que pode ser em campos terrestres ou marítimos, o petróleo extraído é transportado para terminais de granéis líquidos, que são conectados a refinarias através de uma rede de dutos. O óleo cru é convertido em derivados nas refinarias, que podem ser conectadas umas às outras, o que possibilita a transferência de produtos intermediários entre elas, a fim maximizar o uso de cada refinaria dentro de uma rede de produção integrada.

Os produtos gerados nas refinarias são enviados para bases primárias, que são terminais de granéis líquidos voltados para grandes volumes e voltados para o abastecimento do mercado de atacado. Das bases primárias pode ser enviado a bases secundárias, que são projetadas para o abastecimento do varejo. O petróleo bruto e derivados são frequentemente transportados através de dutos, até as bases secundárias (Neiro & Pinto, 2004).

Não existe consenso com relação a maneira como a cadeia de abastecimento de petróleo está dividida. Existem autores que dividem a cadeia de suprimento do petróleo em três segmentos: *upstream*, *midstream* e *downstream* onde o *upstream* compreende as operações de exploração e produção e transporte do petróleo até os

terminais, *midstream* compreende parte da refinaria e das operações petroquímicas e o *downstream* a distribuição para os consumidores. (Lima et al., 2016; Sahebi, et al., 2014; Fernandes et al., 2009)

A classificação adotada nessa pesquisa divide a cadeia de abastecimento de petróleo entre segmentos *upstream* e *downstream*, incorporando a refinaria e as plantas petroquímicas dentro do segmento *downstream*. (Lima et al., 2016).

Essa divisão se ajusta melhor ao foco da pesquisa, já que não existe tratamento logístico diferenciado quando o produto a ser movimentado é petróleo ou derivados (Cardoso, 2004).

O *upstream* compreende as funções desde exploração do petróleo, produção e transporte até os terminais. Esse segmento tem início com levantamentos sísmicos que identificam possíveis acumulações de petróleo. Esta atividade requer alto investimento de capital e mão de obra especializada. Os custos são altos e os resultados incertos, pode-se encontrar poços de baixo ou mesmo de nenhum potencial econômico. A geofísica aponta os locais com maior probabilidade de ocorrência do petróleo, mas sua existência só é comprovada com a perfuração dos poços exploratórios. (Pinto Junior, 2007).

O *downstream*, designação genérica usada para definir o sistema distribuição de petróleo e derivados, pode ser enxergado como uma rede de empresas. Compreende o refino, a logística e distribuição e comercialização de petróleo e derivados.

O sistema é composto terminais de granéis líquidos marítimos, refinarias, plantas petroquímicas, terminais terrestres e meios que transportam esses produtos entre os agentes. Cada agente do sistema pode ser analisado como uma unidade de negócio independente, essa unidade pode ser uma empresa com gestão própria ou uma filial de uma empresa maior. (Fernades et al., 2013; Lima et al., 2016)

Varma et al. (2008) destacam as características da cadeia de suprimento de petróleo, que a diferem da cadeia de suprimento da manufatura clássica. Uma delas é o tipo de processo de industrialização, que é contínuo, ou seja, não é possível tratar uma unidade produzida, a carga não é facilmente unitizada. Decorrente dessa característica, todo o comércio, transporte e distribuição é a granel e em grandes lotes.

Além disso, os produtos são inflamáveis e, portanto, apresentam um risco de manuseio elevado e são muito suscetíveis à contaminação o que acarreta

necessidade investimentos adicionais em segurança de processo. (Varma et al., 2008)

Os custos de estoque são elevados, em decorrência do tamanho dos lotes, e do longo tempo entre a produção e a entrega ao cliente. As flexibilidades de volume, na produção ou distribuição, são baixas, e custo de transporte representam uma parcela significativa do custo do produto. A infraestrutura da cadeia de suprimento precisa ser robusta, composta por numerosos ativos logísticos. (Varma et al., 2008)

A cadeia de abastecimento de petróleo, ou *downstream*, representa um importante setor econômico que objetiva a produção e entrega de produtos de petróleo aos consumidores de uma forma rentável. (Fernandes et al., 2013). A função logística é uma das áreas que mais afetam o desempenho da cadeia de suprimentos na indústria do petróleo.

4.1.2

O papel da armazenagem na cadeia de suprimento de petróleo

Terminais de granéis líquidos constituem um elo importante do *downstream*. São, de maneira geral, um conjunto de instalações que são autorizados a receber e manter o produto, oriundo da exploração de petróleo, comercialização ou de refinarias, em nome de outras companhias. Os terminais mantem o produto em suas instalações de armazenamento até o produto ser destinado, pelos tomadores de serviço de armazenagem, para seus clientes de varejo, ou movimentado para outra facilidade desse cliente. Os terminais são considerados como recursos compartilhados pelas empresas e o produto armazenado é de propriedade de cada empresa. (Fernandes et al., 2013)

É possível encontrar pesquisas que se focaram no planejamento estratégico, tático e operacional da cadeia de suprimento de petróleo – PSC (Petroleum Supply Chain), o interesse na área vem crescendo significativamente desde 2008, mas observa-se que essas pesquisas se concentraram no planejamento da refinaria. A literatura recente indica crescimento no interesse na rede de distribuição. Essa investigação abrange principalmente redes de empresas.

As necessidades dos negócios mudaram e com ela novas configurações do PSC, que envolvem várias empresas e redes de operadores logísticos, trazendo em

foco novos paradigmas de concorrência. Até um passado recente, as infraestruturas e rede para PSC não passaram por transformações significativas, e foram pouco estudadas devido à falta de informações detalhadas e à concorrência reduzida. No entanto, hoje em dia a concorrência aumentou e atualmente está levando o planejamento estratégico da PSC para o foco de redução de custos. (Fernandes et al., 2013).

Desde a abertura do monopólio de petróleo no Brasil a estrutura logística vem recebendo investimento privados e a armazenagem de petróleo e derivados vem se configurando como negócio. Desde outubro de 2016, quando a PETROBRAS abriu espaço para a concorrência adotando uma política de preços que flutua com o mercado internacional, esse serviço tem visto seu mercado se expandir. Esse movimento pode ser comprovado pela importação de aproximadamente 200 milhões de barris no ano de 2017. (ANP, 2017). O montante já é o maior registrado em apenas um ano, segundo uma série histórica da ANP iniciada em 2000.

As empresas produtoras de petróleo são as principais partes interessadas na rede de *downstream*, já que são elas que comercializam petróleo e/ou o transformam em derivados e que comercializam derivados para o varejo.

Esse segmento requer infraestrutura física robusta, composta por refinarias, terminais e bases. Estas infraestruturas podem ser de propriedade de uma única empresa ou consórcios. (Fernandes et al., 2013)

As rotas de transporte estratégicas para transporte de petróleo bruto, são, principalmente, marítimas, e conectam a exploração às refinarias. A distribuição primária envolve o transporte dutoviário, marítimo ou ferroviário entre refinarias e terminais de armazenamento. A distribuição secundária é feita por dutos, ferrovia ou transporte rodoviário entre os terminais e as estações de varejo. (Fernandes et al., 2013)

Estudos têm demonstrado que os volumes de tráfego de produtos petrolíferos são afetados pela eficiência dos terminais nas atividades de atracação de navios, movimentação de granéis líquidos através de dutos, ou capacidade de fornecer armazenamento. (Merk & Dang, 2012)

A TSA -TANK STORAGE ASSOCIATION (2018), que é a associação de prestadores de serviços de armazenagem no Reino Unido afirma que terminais são prestadores de serviço 3PL que oferecem uma interface essencial entre os vários

modais. Além de poder oferecer outros serviços, tais como o aquecimento, mistura e a transformação destes produtos de modo que as exigências diversas dos clientes possam ser atendidas de uma maneira segura e rentável. Os produtos armazenados, são para terceiros, as empresas associadas não comercializam os produtos que armazenam.

O site TankTerminals. de propriedade da empresa Holandesa PortStorage Group B.V. em 04/03/2018 oferecia a localização e outras informações relevantes sobre mais de 4,8 mil tanques com capacidade de mais de 1 bilhão de metros cúbicos em 2,3 mil cidades em 161 países (Tank Terminals, 2018).

4.1.3

Instalações para armazenagem

Terminais para granéis líquidos são instalações utilizadas para recebimento, expedição, armazenagem de biocombustíveis, petróleo e derivados líquidos, inclusive GLP (ANP, 2017).

O principal objetivo de um terminal de armazenagem deve ser preservar as características e a qualidade dos produtos armazenados, cumprindo todos os regulamentos internacionais, nacionais e locais aplicáveis. Deve ser seguro, e todas as operações devem ser conduzidas com um impacto mínimo ao meio ambiente, deve estar sempre em conformidade com o sistema regulatório e fazer uso das melhores práticas da indústria. (ICS, OCIMF e IAPH, 2006).

Os terminais dedicados a derivados são chamados de bases de distribuição. Existem três tipos de terminais ou bases: Os terminais que recebem Petróleo, terminais que recebem derivados diretamente de refinarias ou de importação que são chamados bases primárias ou terminais que recebem derivados oriundos de outros terminais, chamados de bases secundárias. (Cardoso, 2004).

Outra classificação importante para essa análise é a classificação em terminais aquaviários, lacustres ou terrestres (ANP, 2017). Em linhas gerais, terminais de petróleo e bases primárias tendem a ser aquaviários a fim de fornecer possibilidade de receber e expedir petróleo e derivados por esse modal (marítimo ou fluvial). A utilização do modal marítimo confere economicidade para a logística de granéis líquidos. Para o objetivo desse estudo classificar os terminais

em aquaviários e terrestres é mais útil já que determina as características operacionais dos terminais.

As operações de terminais consistem principalmente em receber e descarregar e expedir e carregar petróleo e derivados. Já que o objetivo de um terminal é ser o elo de ligação entre os pontos da cadeia, o recebimento e expedição se dá através de diferentes modais (navios, dutos, ferroviários e caminhões-tanques). (World Bank, 2007)

A figura 4-1 mostra, de forma esquemática, as operações de um terminal

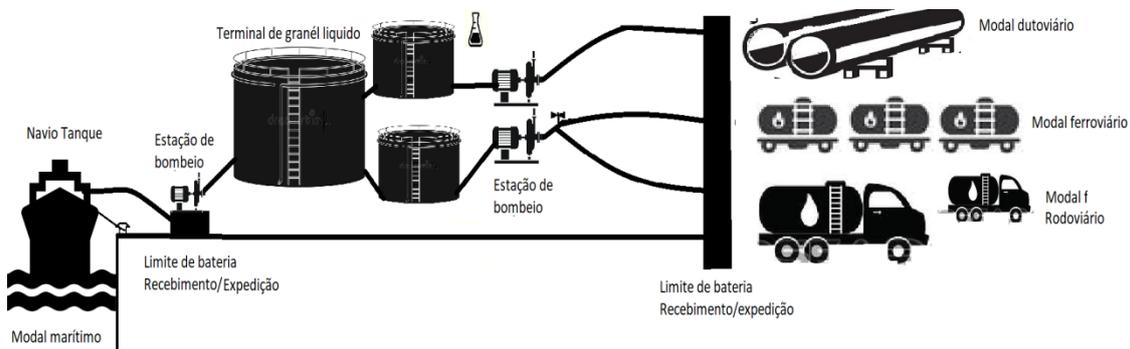


Figura 4-1: O terminal e suas operações.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.4

Tanques

Um terminal pode ser visto como um conjunto de tanques conectados a meios de recebimento e expedição e podem ser conectados entre si em um grau maior ou menor de interligação.

Os tanques são equipamentos estáticos destinados ao armazenamento de combustíveis líquidos. São construídos em formas e dimensões variadas, conforme o produto a ser armazenado. Podem estar submetidos a pressões atmosféricas ou superiores. (Cardoso, 2004). O ciclo básico de um tanque é composto por três fases: enchimento/recebimento, espera e consumo/expedição. O ciclo real de um tanque usualmente não obedece ao ilustrado na Figura 4-2 que representa o enchimento e consumo por completo. O comportamento é similar ao esquema apresentado na figura 4-3.

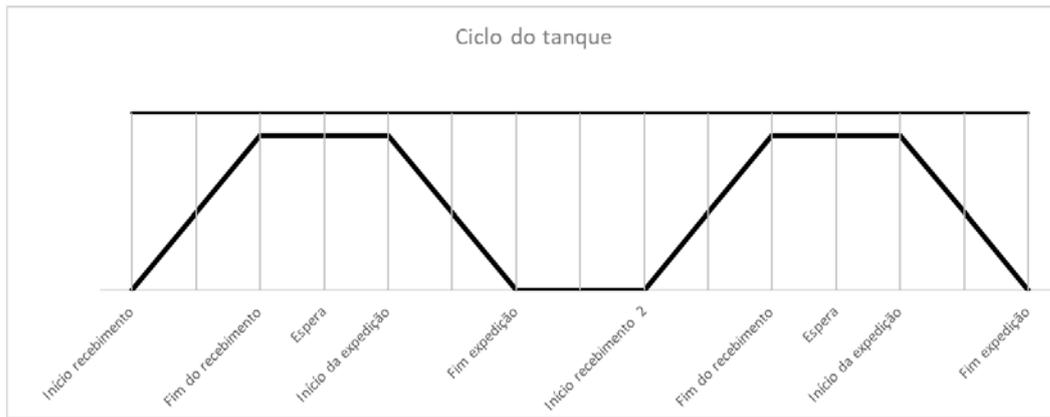


Figura 4-2: Ciclo teórico de um tanque.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses ciclos determinam o giro do tanque. O giro do tanque é quantos ciclos ele faz num período de tempo, ou para ser fiel a realidade, o giro de um tanque é quantas vezes ele armazena o volume correspondente a totalidade de sua capacidade útil, num período de tempo. A Figura 4-3 representa esse comportamento, as operações de recebimento e expedição não são isoladas. É seguro afirmar que quanto mais ciclos o tanque desempenhar melhor é o uso da capacidade instalada.

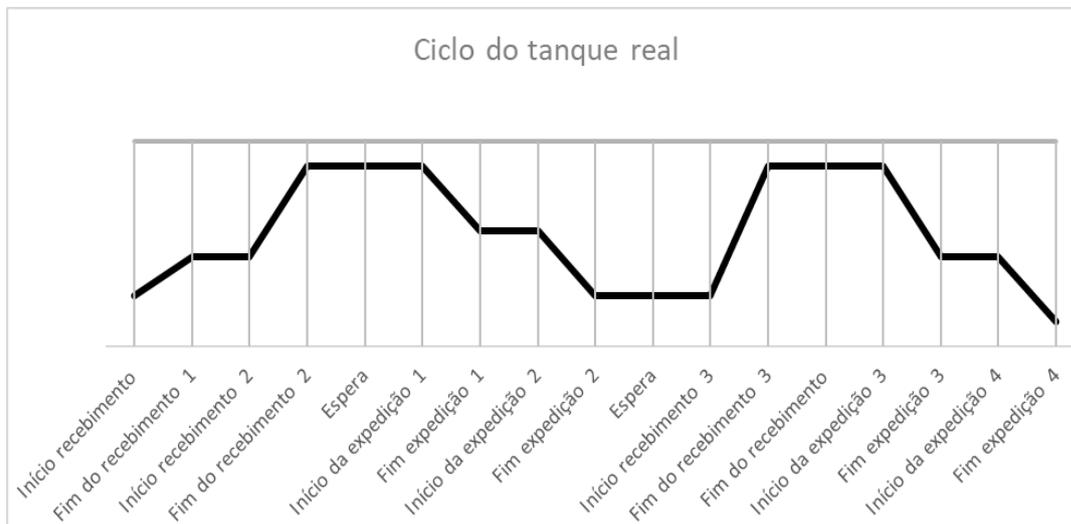


Figura 4-3: Ciclo real de operações de um tanque.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os tanques têm de ser bem dimensionados, a fim de maximizar o número de giros, o que resulta em redução dos custos fixos relativos, e assim, em maior eficiência. (Fernandes et al., 2013). Para dimensionar o parque de tanques de

forma adequada é preciso conhecer o mercado local e estimar com alguma segurança o potencial de crescimento. O tanque é um investimento de longa amortização, e o custo incremental por m³ na construção, ou seja, ampliar a capacidade de um tanque em projeto, é consideravelmente menor que o m³ em um novo tanque, mas em contrapartida, tanques menores conferem flexibilidade ao terminal.

Em relação aos tanques é importante conhecer o material de que é construído. Usualmente os tanques são de aço carbono, mas em aplicações específicas pode se observar tanques de aço inoxidável ou alumínio.

Segundo a NBR 1705, os tanques podem ser classificados:

- (i) Em relação ao tipo: tanque elevado; tanque de superfície; ou tanque subterrâneo.
- (ii) Em relação ao formato: tanque vertical; tanque horizontal.
- (iii) Em relação de pressão interna: tanque atmosférico; tanque de baixa pressão.
- (iv) Em relação ao teto: tanque de teto fixo, podendo possuir internamente um teto flutuante; tanque de teto flutuante externo

É importante conhecer a classificação dos tanques porque ela impacta o tipo de produto que esse pode armazenar. Os tanques de teto cônico fixo são aplicáveis a produtos menos voláteis como lubrificantes, óleo combustível e diesel. São mais baratos para construir.

Os tanques de teto flutuante, são adequados para produtos voláteis como gasolina e nafta (frações do Petróleo com 5 ou mais átomos de carbono, frações predominantemente com 4 ou menos átomos de carbono são gasosas a temperatura e pressão ambiente). Constituem equipamentos em que o teto fica apoiado no produto e sua altura varia conforme o volume armazenado, assim o oxigênio entre o teto e o líquido é mínimo, o que diminui a evaporação, mas tem a desvantagem de precisar de lastro para operar.

O tanque precisa ficar no centro de uma área delimitada por estruturas de contenção do líquido formando uma bacia. (NBR 17505). As paredes dessa estrutura são chamadas de dique. A região entre o dique e o tanque é denominada bacia de contenção e deve ser calculada de forma que seja capaz de conter todo o volume do tanque em questão na hipótese de falha.

A capacidade do tanque é determinada pela sua arqueação. Arqueação é uma medida que relaciona o volume de líquido que uma unidade de medida linear de altura pode conter, é característico de cada tanque, na prática serve para converter a medição coluna de líquido em m³. (Cardoso, 2004)

Além dos tanques o terminal precisa contar com sistemas de comunicação para transferir o produto entre tanques e meios de transporte, esse sistema é formado tubulações, mangotes, bicos de carregamento, válvulas, conexões, instrumentação, medidores e estações de bombeamento. (World Bank, 2007)

Os tanques precisam contar com dispositivos que permitam aferir o volume que está contido nele, a temperatura do produto, e que permitam retirar amostras para garantir a qualidade do produto armazenado.

4.1.5

Sistemas de tubulação

O sistema de tubulação é um conjunto de condutos destinados ao transporte de fluídos, são de tamanho padronizado e instalados em série. Além de dutos, o sistema é composto por flanges, juntas, gaxetas, válvulas e conexões (rígidas e flexíveis); peças pressurizadas de componentes, como juntas de expansão e filtros; dispositivos que servem para outros propósitos, como misturar, separar, distribuir, medir e controlar o fluxo além de contenção secundária de líquidos e seus vapores. (NBR 17505; Cardoso, 2004).

É o sistema de tubulação que produz a interligação entre tanques e os sistemas de carga e descarga. Para viabilizar essa interligação e as operações de enchimento, espera e expedição, todo o sistema é controlado por válvulas.

Válvulas são equipamentos que permitem, bloqueiam ou controlam a passagem de um fluido numa tubulação. As tubulações devem conter um número suficiente de válvulas para operar o sistema adequadamente e proteger a instalação. (Cardoso, 2004; NBR 17505). As válvulas podem ser operadas manualmente por um operador, ou seja, um indivíduo vai a campo e fecha a válvula. Podem ser operadas remotamente, por operador que acompanha indicadores em um painel de controle e dá um comando eletrônico para que a operação aconteça, ou ainda automaticamente, o sistema monitora a operação e conforme os parâmetros inseridos, atuam sem a interferência humana. O operador

só acompanha e atua em caso de desvio dos parâmetros inicialmente estabelecidos. Quando se fala de automação no terminal, tratando-se de quanto os elementos descritos nessa seção precisam de ação humana para cumprirem sua função.

4.1.6

Sistemas de expedição e recebimento

O petróleo e derivados chegam ao terminal por meio de navios, dutos, transporte rodoviário e ferroviário. Cada um desses modais requer sistemas específicos para operação que impactam na eficiência do terminal.

4.1.6.1

Aquaviário

Esse sistema precisa contar com berços de atracação, que podem ser dedicados ao terminal ou compartilhados com outros terminais ou produtos. Tem características específicas de operação e métricas de eficiência próprias.

Usualmente todos os navios tem capacidade para carregar ou descarregar toda sua carga, independentemente de seu tamanho, em 24 horas.

O recebimento por modal aquaviário é um pouco mais complexo que os demais. Existem normas internacionais de segurança na navegação muito rígidas e consequentemente para terminais e o *International Safety Guide for Oil Tankers and terminals* -ISGOTT, é uma referência. (ICS, OCIMF e IAPH, 2006)

O recebimento ou expedição pelo modal aquaviário consiste nas atividades de gestão do navio na fila, aproximação do navio, amarração, gestão dos documentos antes da operação, conexão do navio, efetiva carga ou descarga, documentos de liberação do navio, desatracação e saída. Dois tempos são relevantes nesse processo:

O tempo do navio no berço, que está diretamente relacionado com a capacidade de o terminal completar a operação de carga ou descarga de maneira segura e eficiente.

O tempo total de estadia do navio à disposição para realizar a carga ou descarga. Esse fator pode envolver agentes externos ao terminal, mas é de grande relevância para o usuário.

4.1.6.2

Rodoviário e ferroviário.

O recebimento e expedição de produtos via modal rodoviário e ferroviário requer instalações específicas para esse fim. As instalações são relativamente mais simples que as estações de carregamento de navios. São compostas por baías de carregamento, que são estações interligadas aos tanques com a função de transferir o produto armazenado para o caminhão tanque.

Existem dois tipos de carregamento de caminhões e vagões: pelo topo (*top loading*) e pelo fundo (*bottom loading*).

Para o carregamento pelo topo a instalação deve ser composta por uma plataforma de estrutura elevada, dispositivo de carregamento, com guarda-corpo, linha de vida, escada de acesso à plataforma e a região superior dos veículos a serem carregados, de acordo com a legislação vigente. Devem ser equipadas com um sistema de drenagem, ou de outros meios adequados para conter derramamentos.

Compõe o sistema de carregamento: braço de carregamento, bombas, tubulações, medidores de volume, válvulas de segurança e quebra vácuo, sistema de combate a incêndio, mangotes com acoplamento de desconexão a seco.

A operação desses sistemas requer medidas de segurança a respeito de vapores, aterramento e procedimentos rígidos devem ser seguidos. Também é relevante a sequência de carregamento, tomando os devidos cuidados de descontaminação nas trocas. (NBR 17505)

O carregamento por esses modais envolve volumes consideravelmente menores que os modais dutoviário e aquaviário. Para ilustrar, a capacidade de um navio usualmente usado para derivados é 30 mil Toneladas de Porte Bruto (TPB) onde cabem cerca de 50.000 m³ e em um caminhão típico cabem 30m³, ou seja, se todo o conteúdo de um navio for transportado por caminhões são necessários mais de 1.600 caminhões. Com base nessa comparação fica claro que a organização e

capacidade de expedição do terminal é relevante para a sua eficiência, pode ser necessário um mês inteiro de cargas rodoviárias para carregar um navio pequeno.

4.1.6.3

Dutoviário

O sistema dutoviário consiste em tubulações que conectam terminais e refinarias uns aos outros, no Brasil, são regulados pela ANP e existem 6.000 km de dutos sujeitos ao livre acesso.

A operação dos dutos se dá fazendo uso de todos elementos que produzem a interligação dentro do terminal.

Para avaliar o desempenho do terminal é importante conhecer o quão rápido ele consegue transferir o produto e como está interligado na malha dutoviária do país. Para graneis líquidos a posição na malha dutoviária é tão importante quanto o acesso a estradas.

Outra característica importante desse modal é a forma como o fluido se desloca no duto. Esse deslocamento se dá por ação de bombas e um produto é responsável por empurrar o outro no duto, isso gera um problema de interface. Para exemplificar, suponha que o terminal recebeu gasolina e a linha ainda está cheia desse fluido, na operação sequencial o terminal recebe diesel, este diesel deve utilizar a mesma tubulação que a gasolina até o seu tanque de destino. Apresenta-se a questão operacional de saber quando parar de enviar o produto para o tanque A - destinado a gasolina e quando enviar para o tanque B destinado ao diesel.

Em dado momento existe no duto uma mistura de produtos conforme figura 4-4. O momento em que a válvula é fechada e o fluido direcionado para o outro tanque é determinado através da variação de densidade. Esse “corte” pode ser manual ou automático, e erros nesse processo podem acarretar dano ao produto ou perda de quantidade. A figura 4-4 demonstra, de forma esquemática, o que acontece dentro do duto nas interfaces. Esse é outro ponto onde a automação do terminal se torna relevante.

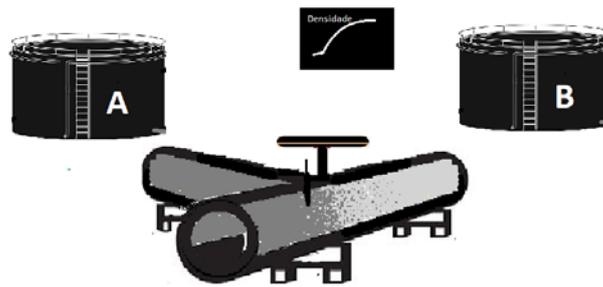


Figura 4-4: Diagrama "Corte".

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.7

Classes de produtos e requisitos de armazenagem

Petróleo e derivados é a designação genérica para vários produtos que possuem características físico químicas distintas. Essas características determinam requisitos de armazenagem e transporte distintos.

É importante notar os conceitos:

Ponto de fulgor (PF): menor temperatura em que um combustível liberta vapor em quantidade suficiente para formar uma mistura inflamável por uma fonte externa de calor.

Volatilidade: Medida que está relacionada à facilidade da substância de passar do estado líquido ao estado de vapor. Essa facilidade depende do referencial; por isso, a volatilidade é sempre relativa: leva, em conta, duas substâncias, sendo uma delas a substância referência.

Para a armazenagem é útil separar os produtos considerando suas características físico químicas nos seguintes grupos:

Petróleo: Refere-se ao óleo cru recebido da produção, sua característica mais relevante para a armazenagem é o teor de água e contaminantes que se combinados com essa água podem danificar os equipamentos. Tem requisito de contaminação mais brando e tem baixa volatilidade, ou seja, pode ser armazenado em tanques com teto fixo, mas pode requerer a drenagem da água formada por decantação.

Escuros: Derivados menos nobres, que normalmente tem alto teor de contaminantes e baixos requisitos de armazenagem.

Claros: Incluem gasolina e diesel, normalmente tem requisitos de especificação rígidos, por exemplo o Diesel S10, S10 refere-se ao teor de enxofre (10 partes por milhão -PPM), qualquer descontrole no processo de recebimento ou armazenagem tem potencial para desenquadrar esse produto. Os produtos mais voláteis requerem armazenagem em tanques de teto flutuante.

Com necessidade de aquecimento: Referem-se a alguns produtos que necessitam ser aquecidos para manter suas propriedades de viscosidade, por exemplo alguns tipos de óleos combustíveis e asfaltos.

Combustíveis de aviação: Tem requisitos de contaminantes extremamente rígidos e demandam, por exemplo, tanques com fundo cônico, para permitir a drenagem de água decantada. A gasolina de aviação ainda tem o requisito adicional de ter chumbo, então esses produtos necessitam de tanques dedicados.

4.1.8

Segurança das instalações: Normas e regulamentações

A atividade econômica relacionada ao petróleo é uma das mais lucrativas no mundo, mas também arriscada. Um pequeno acidente pode levar à perda de propriedade e milhões de dólares. Acidentes maiores podem resultar em processos judiciais, desvalorização de ações ou quebras de bancos.

Organizações comerciais e sociedades de engenharia publicam diretrizes estritas de engenharia e normas para a construção, seleção de material, projeto e operação segura de tanques de armazenamento e seus acessórios. Pode-se destacar *American Petroleum Institute (API)*, Instituto americano de engenheiros químicos (AIChE), sociedade americana de engenheiros mecânicos (ASME), e Associação Nacional de proteção contra incêndios (NFPA). (Chang & Lin, 2006)

Em trabalho publicado em 2006, Chang & Lin analisaram as informações de 242 acidentes de tanques que ocorreram em instalações industriais entre 1996 e 2003. As causas e as falhas que levaram aos acidentes foram revisadas e analisadas com base no diagrama espinha de peixe e os autores concluíram que maioria dos acidentes com armazenagem de petróleo teria sido evitada

observando boas práticas de engenharia no projeto, construção, manutenção e se a operação obedecesse às melhores práticas de segurança.

4.1.9

Garantia da qualidade e quantidade.

A manutenção das características do produto armazenado é importante para qualquer negócio que se dispõe a guardar bens de terceiros. No caso de grânéis líquidos esse controle não é tão simples quanto no armazenamento de cargas unitizadas.

Os produtos podem sofrer contaminações no transporte, por exemplo com água dos tanques dos navios. A água livre também pode se formar pela decantação durante o transporte ou devido à condensação. Esse contaminante é drenado regularmente dos tanques através de sistemas manuais ou automáticos e o resíduo deve ser tratado. Então muitos terminais possuem estações de tratamento de efluentes. (World Bank, 2007). O interior dos tanques deve ser limpo e estar livre de corrosão para evitar a contaminação do produto. Os reservatórios são normalmente limpos e inspecionados de acordo com programa de manutenção com base nas características do produto que está sendo armazenado. O intervalo de inspeção típico é 10 anos, mas isso pode ser variado dependendo da condição do tanque no último ciclo de inspeção. (ICS, OCIMF e IAPH, 2006)

A movimentação de produtos em um duto ou tubulação é realizada através de bombeamento, e o grau de automação da planta pode influenciar sobremaneira a qualidade e quantidade do produto. Cortes imprecisos podem influenciar a qualidade do produto armazenado e a quantidade.

Total atenção e precisão é requerida nessas operações, existem graus de perdas toleráveis, consideradas decorrentes do processo (cortes imprecisos, evaporação, drenagens requeridas para manutenção). Geralmente essas perdas são acordadas nos contratos. A norma API 2560, trata da reconciliação de quantidades em sistemas de dutos e serve como arcabouço técnico para a definição de perdas aceitáveis na armazenagem.

4.1.10

Formas de contratação da prestação de serviço

As formas usuais de contratação de serviço de armazenagem são:

(i) Reserva de capacidade/espço: O tomador de serviço firma um contrato de longo prazo reservando uma determinada capacidade da instalação, normalmente, o armazenador se obriga a ter a capacidade disponível sempre que solicitado pelo contratante, usualmente essa modalidade tem um a contrapartida para o fornecedor que exige um pagamento mínimo por essa capacidade disponibilizada, conhecido como *take or pay*. Normalmente não dispensa a necessidade de programação. Dois ou mais proprietários podem ter o produto armazenado num mesmo tanque, ou seja, o armazenador se compromete em armazenar um volume e expedir o mesmo volume, não a mesma molécula. Exige controle operacional e de qualidade do produto em níveis elevados. Se o produto de um cliente for contaminado por produto de outro cliente a responsabilidade é integral do terminal.

(ii) Contratação de capacidade/espço por operação: Não são firmados de longo prazo, a cada necessidade de armazenagem volume necessário é contratado pelo prazo estabelecido para aquela batelada, o contratante fica sujeito a disponibilidade no momento da programação. São usadas as folgas de capacidade entre contratos firmes.

(iii) Reserva de tanque: Um tanque inteiro é disponibilizado, o contratante pode armazenar qualquer volume, mas o terminal é remunerado pelo volume total do tanque, o produto não é misturado com produtos de outros proprietários, essa modalidade minimiza o risco de contaminação do produto de um cliente pelo produto de outro cliente.

Os contratos de transporte, bem como os seus aditivos, celebrados com os carregadores para todas as modalidades de serviço oferecidas referentes às instalações objeto da AO – Autorização de Operação, devem ser previamente homologados pela ANP.

A ANP também estabelece critérios para o livre acesso a terceiros interessados em terminais aquaviários, existentes ou a serem construídos, para movimentação de petróleo e seus derivados, conforme previsto no art. 58 da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997.

Os terminais aquaviários, sejam eles, públicos ou privados estão sujeitos aos critérios estabelecidos pela ANP. Isso, inclui os sistemas de atracação de embarcações, os dutos na área do terminal, os sistemas de armazenagem e demais sistemas complementares, desde que os mesmos sejam indispensáveis para a movimentação daqueles produtos. Essa obrigatoriedade se aplica a produtos provenientes ou destinados ao transporte aquaviário, e inclui as instalações destinadas às operações de recebimento e expedição por qualquer modal (aquaviário, dutoviário, rodoviário ou ferroviário).

4.1.11

Caracterização de tancagem disponível no país

Atualmente, a ANP informa que existem vinte empresas que exploram terminais comercialmente são: ADONAI, AGEO, ÁLCOOL DO PARANÁ, BRASKEM, CATTALINI, COSAN LUBRIFICANTES, CPA, CPVV, DECAL, GRANEL QUÍMICA, HIPER PETRO, OILTANKING, PANDENOR, STOLTHAVEN, TECAB, TEMAPE, TEQUIMAR, TFB S/A, TRANSPETRO e VOPAK. Essas empresas possuem 1900 tanques, com capacidade para armazenar de cerca de 5 bilhões de metros cúbicos de Petróleo e 7,5 bilhões metros cúbicos de derivados. Vopak e Oiltanking são grandes agentes no mercado global de armazenagem, mas a maior empresa atuante no País é a Transpetro, dadas as características históricas do negócio. Contratos de armazenagem precisam ser homologados pela ANP (ANP: 2017).

Os terminais aquaviários autorizados devem manter disponíveis as informações:

- (i) Disponibilidades;
- (ii) Tarifas de referência para serviços padronizados;
- (iii) Condições Gerais de Serviço do Terminal;

Histórico dos volumes mensais movimentados no Terminal nos últimos 12 (doze) meses, por Produto e por Ponto de Recepção e de Entrega

4.2

Desenvolvimento do Survey

4.2.1

Proposição de critérios

Terminais de hoje são confrontados com o desafio de atualizar constantemente sua infraestrutura para lidar com grandes volumes de produto e para aumentar a sua eficiência, de modo a criar vantagem competitiva sobre os seus concorrentes e aumentar a sua participação de mercado. O desempenho de tanques de armazenagem, é de grande interesse da indústria. (Merk & Dong, 2012)

O objetivo do conjunto de critérios proposto é fornecer uma ferramenta para que o terminal seja capaz de avaliar sua posição periodicamente, nos níveis táticos, estratégico e operacional.

Para compor esse conjunto de critérios e conseguir representar o desempenho do terminal, é necessário levantar os critérios, estabelecer pesos e normalizar as medições dos indicadores, ou seja, trazer as avaliações para a mesma base.

Os indicadores foram levantados com base em adaptações da literatura, revistas não científicas sobre a indústria de petróleo e indicadores existentes em grandes empresas do setor.

A revista Tank Storage promove uma premiação que destaca os melhores terminais. Os itens que são valorizados pelo mercado são bons critérios de avaliação de desempenho. Os terminais são avaliados por altos executivos tomadores do serviço. Em 2018 foram 10 categorias para empresas, divididas em tecnologias e porto/terminal. (Tank Storage Magazine, 2018) os critérios de premiação foram:

Prêmios tecnológicos:

Excelência na otimização dos terminais, que objetiva premiar o software, serviço ou modelo que tem sucesso em otimizar, racionalizar ou melhorar o terminal de armazenamento.

Excelência em tecnologia de proteção ambiental, premiou o produto ou tecnologia que serve para proteger o meio ambiente e/ou reduzir as emissões no terminal.

A tecnologia mais inovadora; prêmio para a tecnologia, produto, ou serviço mais inovador para a indústria de armazenagem.

Prêmio melhor fornecedor; qualquer serviço ou produto que esta organização oferece, eleva o padrão de desempenho da indústria nos quesitos ambiental, econômico ou de segurança.

Prêmio de segurança de terminal.

Prêmio melhor Porto / Terminal

Melhor porto: Este prêmio vai para o porto, avaliado pela indústria como o mais fácil de trabalhar e que demonstra um compromisso com a eficiência e segurança.

O prêmio de maior compromisso com a proteção ambiental é destinado ao terminal que demonstrar a sua dedicação à proteção do ambiente através da utilização de melhores tecnologia e/ou procedimentos para evitar vazamentos e derrames e/ou minimizar emissões.

Excelência de segurança para armazenamento de granéis líquidos: Avalia os registros de segurança no ano anterior, especificamente a respeito de redução de acidentes de trabalho e registros de quase acidentes.

Terminal de armazenamento mais eficiente: Objetiva premiar o terminal que possuir as melhores taxas de giro e o maior número de operações eficazes.

Outro tópico muito abordado na literatura técnica é o grau de automação dos terminais, face as particularidades descritas nas operações de recebimento e expedição, o modo operacional integrado minimiza o risco de integridade de processo, aumentando a eficiência operacional global (Janssen, 2014)

Para desenvolver o conjunto de critérios para os terminais, será utilizado uma combinação entre as duas abordagens que foram as mais desenvolvidas na última década, de acordo com Balfaïh et al. (2016), a saber: A abordagem por processo: o desempenho será decomposto a partir da compreensão das atividades e dos principais processos e a abordagem por hierarquia, um PMS baseado em hierarquias avalia o desempenho decompondo-o em vários níveis.

Os critérios propostos, que atendem as premissas de Beamon (1999), se ajustam às operações e que estão alinhados com o mercado estão descritos na tabela 4-2 e são resumidos conforme descrito nos próximos parágrafos.:

Critérios de Nível superior

Os critérios de nível superior são (i) aspectos financeiros e recursos; (ii) atendimento ao cliente; (iii) processos internos e (iv) meio ambiente e segurança.

Após o levantamento no projeto de pesquisa desenvolvido com o grupo focal, foi destacado que a melhoria contínua para o processo não é percebida como valor. Dada a natureza do serviço analisado, não se enxergam melhorias de processo que não envolvam investimento em recursos, ou o desenvolvimento de novos serviços, como esses itens estão contidos em outros agrupamentos o item de melhoria continua não foi incluído na survey principal.

(i) Aspectos Financeiros e Recursos

Nesse critério de nível superior, foram identificados três KPIs

Uso de ativos

Referem-se a características de uso da instalação e seu melhor aproveitamento. Inclui disponibilidade de equipamentos e giro da tancagem.

Recursos

Referem-se a características do terminal, como localização ou capacidade instalada que estão diretamente relacionadas com investimentos ou imobilização de capital.

Financeira

Referem a questões ligadas diretamente a custo e remuneração do terminal. Incluem custo logístico total: o quanto é gasto para realizar a operação; preço do serviço: refere-se exclusivamente ao custo do serviço para o cliente e custo da falha: refere-se ao quanto custa um erro de processo, os terminais podem ser responsabilizados por perdas de produto ou atrasos nas operações de clientes.

(ii) Atendimento ao Cliente

Nesse critério de nível superior, foram identificados dois KPIs.

Serviços agregados

Referem-se a possibilidade de agregar valor à prestação de serviço. Não são itens obrigatórios, mas podem potencializar os lucros dos clientes e consequentemente do terminal. Inclui certificações e análises de laboratório; aditivação de produtos, formulação, *blending* para enquadramento, análises laboratoriais.

Flexibilidade

A flexibilidade também é apontada frequentemente pelos fóruns industriais como diferencial para um terminal.

Medidas de flexibilidade, incluem a capacidade de reagir a situações de flutuação de volumes e programação de fornecedores, fabricantes e clientes (Beamon, 1999)

As operações de recebimento, armazenamento e expedição variam de acordo com a complexidade do terminal. O tamanho e a localização, devem ser projetados de acordo com os requisitos do mercado. Por causa de variações sazonais e outras inerentes ao mercado os terminais devem ser flexíveis.

Os indicadores propostos aqui são: Tipos de modais para recebimento/expedição, Prazo para Programação – Marítimo, Prazo para Programação - Terrestre e Flexibilidade de Produtos que podem ser movimentados

(iii) Processos internos

Nesse critério de nível superior, foram identificados dois KPIs

Qualidade

Qualidade na armazenagem, refere-se à capacidade de manter as características e quantidades do produto recebido, dadas a sensibilidade das operações e suscetibilidade a perdas. Os indicadores propostos são Controle de especificação; cumprimento de planejamento logístico e perdas.

Produtividade

Encontra-se mais indicadores disponíveis nesse tópico, pois referem-se a métricas consagradas. Nesse KPI, são agregadas as medidas de eficiência da operação. As métricas mais relevantes são tempo de carregamento/descarga, que precisa ser avaliado para cada modal. Além disso cabe considerar o tempo de estadia total – aquaviário e tempo de estadia total - terrestre, disponibilidade do ativo de recebimento/expedição e disponibilidade do ativo de armazenagem

(iv) Meio ambiente e Segurança

Foi avaliado que não é relevante separar o critério meio ambiente e segurança em KPIs. A indústria de petróleo precisa ser intensiva em segurança, e o meio ambiente está intrinsecamente relacionada a segurança.

Inclui os cuidados da instalação com o meio ambiente, emissões, cuidados com o solo e vazamentos, e taxa de acidentes por hora trabalhada.

Os critérios propostos estão organizados sob o formato:

Tabela 4-1: Organização de critérios.

Título	Descrição
Número	Indexador numérico atribuídos aleatoriamente
Grupos	Agrupamento de KPIs, critério de nível superior
KPI	Indicador chave
Indicador (PI)	Nome do indicador
Definição	Definição do Indicador
Qualitativo/Quantitativo	Natureza do indicador
Fórmula	Fórmula do cálculo do indicador
unidade de medida	Unidade de medida do indicador
Frequência de cálculo	Periodicidade do cálculo do Indicador
Nível	Estratégico, tático ou operacional.

Tabela 4-2: Indicadores propostos.

Nº	Grupos	KPI	Indicador (PI)	Definição	Qualitativo /Quantitativo	Fórmula/método de calculo	unidade de medida	Frequência de cálculo	Nível
1	Atendimento ao Cliente	Flexibilidade	Tipos de modais para recebimento/expedição	Avalia as possibilidades do terminal em receber e expedir produtos	Qualitativo	AHP	nota entre 0 e 1	Anual ou quando acontecerem mudanças	Estratégico
2	Atendimento ao Cliente	Flexibilidade	Prazo para Programação - Marítimo	Avalia o prazo requerido para a programação ou alterações de programação.	Quantitativo	prazo requerido	dias	Anual ou quando acontecerem mudanças	Tático
3	Atendimento ao Cliente	Flexibilidade	Prazo para Programação - Terrestre Dutoviário	Avalia o prazo requerido para a programação ou alterações de programação.	Quantitativo	prazo requerido	dias	Anual ou quando acontecerem mudanças	Tático
4	Atendimento ao Cliente	Flexibilidade	Prazo para Programação - Terrestre Rodoviário/ferroviário	Avalia o prazo requerido para a programação ou alterações de programação.	Quantitativo	prazo requerido	dias	Anual ou quando acontecerem mudanças	Tático
5	Atendimento ao Cliente	Flexibilidade	Produtos que podem ser movimentados	Avalia a flexibilidade de programação de produtos	Qualitativo	AHP	nota entre 0 e 1	Anual ou quando acontecerem mudanças	Estratégico / Tático
6	Atendimento ao Cliente	Serviços agregados	Aditivção	Avalia a possibilidade de aditivar produtos no terminal, ou seja, realizar misturas que melhoram o produto, mas não o transforma em outro produto	Qualitativo	AHP	nota entre 0 e 1	Anual ou quando acontecerem mudanças	Estratégico / Tático
7	Atendimento ao Cliente	Serviços agregados	Formulação	Avalia a possibilidade de formular produtos no terminal, ou seja, receber dois insumos diferentes e	Qualitativo	AHP	nota entre 0 e 1	Anual ou quando acontecerem	Estratégico

N°	Grupos	KPI	Indicador (PI)	Definição	Qualitativo /Quantitativo	Fórmula/método de calculo	unidade de medida	Frequência de cálculo	Nível
				entregar um produto conforme especificado				mudanças	
8	Atendimento ao Cliente	Serviços agregados	Blending para enquadramento	Avalia a possibilidade de Blending no terminal, ou seja, misturar o mesmo produto de lotes diferentes para melhoria de características	Qualitativo	AHP	nota entre 0 e 1	Anual ou quando acontecerem mudanças	Tático
9	Atendimento ao Cliente	Serviços agregados	Análises laboratoriais	Avalia a possibilidade de o terminal oferecer serviços de análise química no terminal	Qualitativo	AHP	nota entre 0 e 1	Anual ou quando acontecerem mudanças	Estratégico
10	Aspectos financeiros e Recursos	Financeira	Custos logístico total	Custo total por m ³ movimentado no ponto.	Quantitativo	custo do terminal/mercado	R\$/m ³	Mensal	Estratégico / Tático
11	Aspectos financeiros e Recursos	Financeira	Preço do serviço	Custo do metro cúbico armazenado	Quantitativo	custo do terminal/mercado	R\$/m ³	Mensal	Estratégico / Tático
12	Aspectos financeiros e Recursos	Financeira	Custo da falha	Avaliar o impacto financeiro de falha,	Quantitativo	Custo da falha/Preço da operação	%	Mensal	Operacional
13	Aspectos financeiros e Recursos	Recursos	Tecnologia de programação/otimização	Avalia a acurácia de programação do terminal	Qualitativo	AHP	nota entre 0 e 1	Anual ou quando acontecerem mudanças	Estratégico / Tático
14	Aspectos financeiros e Recursos	Recursos	Grau de automação no processo/Controle	Avalia os recursos tecnológicos de automação e controle	Qualitativo	AHP	nota entre 0 e 1	Anual ou quando acontecerem mudanças	Estratégico
15	Aspectos financeiros e Recursos	Uso de ativos	Giro	Mede quantas vezes o m ³ instalado é utilizado no mês.	quantitativo	m ³ movimentado/m ³ instalado	nota entre 0 e 1	Mensal	Tático/Operacional

Nº	Grupos	KPI	Indicador (PI)	Definição	Qualitativo /Quantitativo	Fórmula/método de cálculo	unidade de medida	Frequência de cálculo	Nível
16	Aspectos financeiros e Recursos	Uso dos ativos	Capacidade volumétrica total	Avalia a capacidade total do terminal.	Quantitativo	capacidade instalada/mercado do local estimado	nota entre 0 e 1	Anual -	Estratégico
17	Aspectos financeiros e Recursos	Uso dos ativos	Localização e acessos	Avaliação qualitativa sobre a Localização física do terminal,	Qualitativo	avaliação por AHP	nota entre 0 e 1	Eventual - a cada mudança	Estratégico
18	Meio ambiente e Segurança	Meio ambiente	Emissões atmosféricas	Avalia a gestão de meio ambiente no terminal sob a ótica de poluentes	Quantitativo		nota entre 0 e 1	Mensal	Tático /operacional
19	Meio ambiente e Segurança	Meio ambiente	Vazamentos	Avalia a gestão de meio ambiente no terminal sob a ótica de vazamentos, qualquer vazamento precisa ser considerado.	Quantitativo	dm ³ vazado/m ³ movimentado	% (X 10)	mensal	Tático /operacional
20	Meio ambiente e segurança	Segurança	TFA	Taxa de frequência de Acidentes	Quantitativo	número de acidentes /horas trabalhadas	unidades	Mensal	Tático /operacional
21	Processos internos	Qualidade de Serviço	Controle de especificação	garantir a especificação do produto entregue.	Quantitativo	VPEF: Volume Entregue Fora de Especificação (m ³) VTPE: Volume Total de Produto (m ³)	nota entre 0 e 1	mensal	Operacional
22	Processos internos	Qualidade de Serviço	Cumprimento de planejamento logístico	Cumprir a programação acordada com o cliente	Quantitativo	m ³ programado e cumpridas / m ³ programado	%	mensal	Operacional

Nº	Grupos	KPI	Indicador (PI)	Definição	Qualitativo /Quantitativo	Fórmula/método de calculo	unidade de medida	Frequência de cálculo	Nível
23	Processos internos	Qualidade de Serviço	Perdas	Objetiva avaliar o % de carga perdida por operação	Quantitativo	$\frac{m^3 \text{ recebido}}{m^3 \text{ expedido}}$	%	Mensal	Operacional
24	Processos internos	Produtividade	tempo de carregamento/descarga.	Avaliar o tempo de carga ou descarga em comparação com o tempo de operação padrão.	Quantitativo	$\frac{\text{tempo de carregamento ou descarga}}{\text{tempo padrão}}$	adimensional	mensal	Operacional
25	Processos internos	Produtividade	disponibilidade do ativo de armazenagem	Medir o desempenho da Terminal em manter os ativos disponíveis para realizar as operações	Quantitativo	$\frac{m^3 \text{ disponível}}{m^3 \text{ instalado}}$	%	Mensal	Tático/Operacional
26	Processos internos	Produtividade	disponibilidade do ativo de recebimento/expedição	Medir o desempenho da Terminal em manter os ativos disponíveis para realizar as operações	Quantitativo	$\frac{\text{capacidade instalada}}{\text{capacidade disponível}}$	%	Mensal	Tático/Operacional
27	Processos internos	Produtividade	Tempo de estadia - aquaviário	Avalia o quanto o navio precisa ficar à disposição do terminal para realizar uma operação	Quantitativo	$\frac{\sum (\text{estadia de cada operação/estadia padrão})}{n}$	%	Mensal	Tático/Operacional
28	Processos internos	Produtividade	Tempo de estadia - Terrestre	Avalia o quanto o caminhão precisa ficar à disposição do terminal para realizar uma operação	Quantitativo	$\frac{\sum (\text{estadia de cada operação/estadia padrão})}{n}$	%	Mensal	Operacional

4.2.1

Pesquisa exploratória e teste piloto

A partir dos critérios e indicadores levantados na pesquisa bibliográfica, das características dos tanques, da regulação no país e da experiência do autor, foi realizada uma discussão com um grupo de 6 profissionais. Essa pesquisa exploratória, foi realizada entre os dias 4 e 28 de junho de 2018, foi solicitado que cada entrevistado indicasse o critério/alternativa de maior relevância e a necessidade de critérios adicionais.

Os resultados dessa pesquisa preliminar estão no anexo I, seus objetivos foram:

- Identificar critérios adicionais;
- Identificar o grupo de critério mais relevante;
- Identificar o KPI mais importante em relação a cada grupo de critérios;
- Identificar o PI mais importante em relação a cada KPI.

As informações obtidas na pesquisa exploratória foram usadas para possibilitar a aplicação da metodologia AHP simplificada de Leal (2018).

A segunda etapa foi desenvolver a pesquisa principal, que solicitou que a alternativa que foi indicada como a mais relevante na pesquisa da pesquisa exploratória fosse comparada as demais alternativas. Esse formulário foi encaminhado, em versão de testes, para 5 pessoas, a fim de verificar clareza, usabilidade, e presença de inconsistências. Os problemas relatados foram corrigidos.

4.2.3

Dados da pesquisa

A pesquisa final foi realizada com profissionais do mercado de armazenagem. O formulário usado para a pesquisa está no anexo II.

A amostra foi selecionada por oportunidade. Foram convidados profissionais das empresas relacionadas na ANP como operadores de terminais de graneis líquidos, empresas relacionadas associadas a ABTL – Associação de empresa de terminais de líquidos, importadores relacionados nos relatórios da ANP e distribuidoras no país, através dos e-mails disponibilizados nas páginas de cada empresa. Também foram localizados, através da rede social LinkedIn, profissionais que relataram atuação em empresas de armazenagem em seus currículos, esses profissionais foram contatados através das ferramentas disponibilizadas pela LinkedIn.

A pesquisa foi realizada entre 1º e 13 de julho de 2018, foram 34 respondentes. Dos 34 respondentes, 3 respostas foram descartadas, porque se limitaram a primeira página. 2 respondentes responderam até a segunda página e 29 respondentes completaram o questionário.

A apresentação da pesquisa foi adaptada para uso da interface Survey Monkey®. Foi usada a versão *STANDARD* da ferramenta online. O modelo de questionário escolhido foi barras deslizantes, com escala definida entre -8 e 8, incluindo o zero.

No modelo AHP, a escala vai de 1 a 9, como nessa pesquisa é possível estabelecer que as alternativas situadas a extrema direita (B) e esquerda (A) poderiam assumir a posição de extrema importância (9), em relação uma a outra, os resultados representados na figura 4-5 podem ser lidos conforme descrito na tabela 4-3. Os resultados brutos e ajustados estão no apêndice.

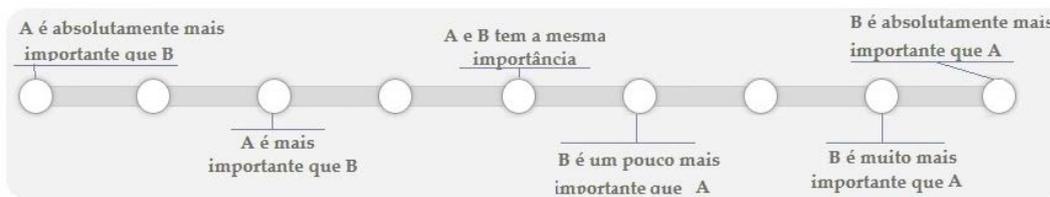


Figura 4-5: Representação gráfica da escala fundamental dos números absolutos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4-3: Correspondência entre a escala fundamental dos números absolutos e a interface Survey Monkey.

Valor obtido pela interface SurveyMonkey®	Intensidade de Importância no AHP	Definição
-1;-3;-5;-7	2,4,6,8	Valores intermediários
-8	9	A tem Importância extrema em relação a B
-6	7	A é Muito mais importante que B
-4	5	A é Importante em relação a B
-2	3	A tem importância moderada sobre B
0	1	A e B têm Mesma importância
2	3	B tem importância moderada sobre A
4	5	B é Importante em relação a A
6	7	B é Muito mais importante que A
8	9	B tem Importância extrema em relação a A
1;3;5;7	2,4,6,8	Valores intermediários

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3

Apresentação dos Resultados

4.3.1

Perfil dos respondentes

Os gráficos a seguir resumem o perfil dos respondentes quanto ao papel da empresa em que trabalham, suas funções dentro delas e o tempo de experiência que possuem. Conforme o gráfico 4-6, 58% dos respondentes eram os proprietários da carga, enquanto 42% eram armazenadores.

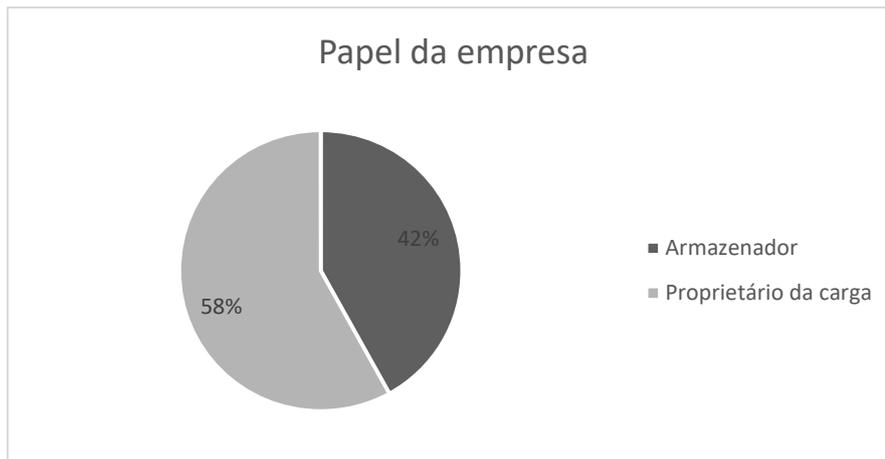


Figura 4-6: Papel da empresa onde o respondente trabalha.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Já o gráfico 4-7 detalha o papel na empresa dos respondentes, sendo 55% deles exercendo o papel de gestores (tomam decisões táticas ou estratégicas), 26% sendo programadores (tomam decisões operacionais), e 19% que trabalham em funções de apoio.

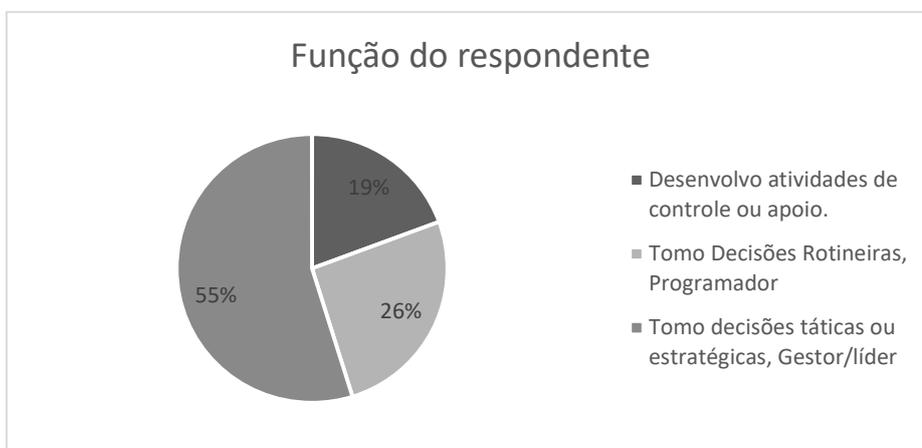


Figura 4-7: Função do respondente.

Fonte: Elaborada pelo autor.

O gráfico 4-8 mostra que a grande maioria dos respondentes (74%) possui mais de 10 anos de experiência, enquanto apenas 7% possuem entre 5 e 10 anos, e 19% possuem menos de 5 anos.



Figura 4-8: Experiência do respondente.

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3.2

Dispersões

Foi observada grande dispersão dos dados, então é observada a existência de *outliers*- que são dados observacionais consideravelmente diferente em termos numéricos das outras observações em uma amostra.

Para isso foram calculados: a mediana, o quartil superior e inferior (Q1 e Q3),

Depois calculadas as barreiras externas superiores e inferiores para cada comparação usando a relação:

$$\text{Barreira superior} = \text{mediana} + (Q3 - Q1) * 3$$

$$\text{Barreira inferior} = \text{mediana} - (Q3 - Q1) * 3$$

As respostas foram consideravelmente dispersas, mas não foram identificados *outliers*.

4.3.3

Grupos de critérios

Na definição dos grupos de critérios a expectativa, era que o grupo Meio Ambiente e Segurança fosse o mais relevante.

A pesquisa com o mercado confirmou a suposição assumida, o critério Meio Ambiente e Segurança foi o mais relevante para proprietário da carga e armazenador.

A tabela 4-4 compara os pesos obtidos. Para o proprietário da carga os aspectos financeiros são mais relevantes que atendimento ao cliente e processos internos.

Para o armazenador os processos internos são mais relevantes que aspectos financeiros e Atendimento ao cliente, embora o peso dessas alternativas tenha ficado em equilíbrio.

Essa diferença de prioridades pode ser atribuída a natureza do negócio, é esperado que o responsável pelo processo tenha um foco maior nos aspectos operacionais e o tomador de serviço, no resultado final da operação.

Tabela 4-4: Comparação grupos de critérios.

	Proprietário %	Armazenador %
Atendimento ao Cliente	21,09	20,63
Aspectos financeiros e Recursos	30,28	21,24
Meio ambiente e Segurança	30,58	35,89
Processos internos	18,04	22,25

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3.4

Indicadores Chave

Nessa seção, são avaliados os pesos obtidos com o AHP para os indicadores chave- KPIs em relação ao grupo de critérios de nível superior na hierarquia, ou seja, as relações entre os KPIs são verificadas sem considerar o peso do grupo de critérios. A tabela 4-4 resume as observações dos próximos parágrafos.

Tabela 4-4: Comparação grupos de KPIs.

Grupos de Indicadores	Indicadores Chaves	Proprietário	Armazenador
Atendimento ao Cliente	Flexibilidade	58,68%	55,4%
	Serviços agregados	41,32%	44,6%
Aspectos financeiros e Recursos	Financeiro	58,75%	39,2%
	Recursos	18,92%	25,9%
	Uso de ativos	22,33%	34,9%
Processos internos	Qualidade de Serviço	57,81%	61,7%
	Produtividade	42,19%	38,3%

Fonte: Elaborada pelo autor.

No grupo de indicadores atendimento ao cliente, são apresentados dois indicadores chave: flexibilidade e serviços agregados. A expectativa era que a flexibilidade fosse indicada como mais relevante, e expectativa foi confirmada, para proprietário da carga e armazenador. A pesquisa indicou que embora a flexibilidade seja mais relevante, essa dominância não é absoluta, logo o investimento em serviços agregados não deve ser desconsiderado.

Para aspectos financeiros e recursos, proprietário e armazenador, indicaram a mesma ordem de prioridades: mais importante o KPI Financeiro, seguido de uso de ativos e por último, recursos. Aqui a diferença é na intensidade atribuída a essa dominância, o proprietário da carga valoriza o KPI Financeiro numa intensidade muito maior que o armazenador.

No grupo de processos internos, dois KPIs são apresentados: qualidade e produtividade, o armazenador e proprietário da carga indicam a mesma ordem de prioridade, mas com intensidades de dominância levemente diferentes, mas a diferença não é relevante, próximas.

O grupo de indicadores Meio ambiente e segurança não foi desdobrado em KPIs.

4.3.5

Indicadores

Nessa seção é discutida a avaliação dos pesos atribuídos a cada PI sugerido em comparação com o KPI associado.

Como demonstrado na tabela 4-3 comparação de KPIs, para o KPI Flexibilidade, os indicadores de prazo para programação foram considerados de menor prioridade para armazenador e proprietário da carga. Nesse KPI, cabe destacar que se verifica uma inversão de pesos entre tipos de modais para recebimento e expedição e produtos que podem ser movimentados, o proprietário da carga valoriza mais a flexibilidade de produtos que podem ser armazenados e o armazenador os tipos de modais para recebimento /expedição.

Para o KPI serviços agregados, o proprietário da carga considera que análises laboratoriais são mais importantes, seguida de formulação, blending para enquadramento e aditivação por último. Para o armazenador, as quatro alternativas estão em equilíbrio.

Para o KPI Financeiro o custo logístico total é PI mais relevante para o proprietário da carga, seguido do custo da falha e por último o preço do serviço. Para o armazenador o custo logístico total ainda é o mais relevante, mas as posições do custo da falha e preço do serviço se invertem.

Para o KPI Recursos para proprietário da carga o PI Tecnologia de programação/otimização é mais relevante e para o Armazenador o Grau de automação no processo/Controle.

No KPI Uso de ativos, para o proprietário da carga o PI mais importante é o Localização e acessos, depois capacidade volumétrica e por último o Giro. Para o armazenador o Giro é a medida mais relevante seguido da capacidade volumétrica total, localização e acessos fica em terceiro lugar.

No KPI Meio Ambiente e segurança, que foi desdobrado hierarquicamente em dois níveis, a taxa de acidentes é o PI mais importante na opinião dos proprietários da carga, seguido de vazamentos, o PI Emissões atmosféricas é o menos relevante para armazenadores e proprietários, mas os armazenadores avaliam os vazamentos como mais críticos que a taxa de acidentes.

No PI qualidade de serviço o proprietário considera a manutenção da especificação mais relevante, perdas e cumprimento de planejamento logístico tem o mesmo peso. Para o Armazenador, as perdas são mais relevantes, seguido do cumprimento do planejamento logístico e por último o controle de especificação.

No PI Produtividade para o proprietário da carga o tempo de estadia no modal aquaviário é o mais relevante, seguido de da disponibilidade dos ativos de recebimento e expedição. O Armazenador considera mais relevante a disponibilidade do ativo de recebimento/expedição mais relevante seguido de tempo de estadia do modal aquaviário. Para ambos a disponibilidade do ativo de expedição armazenagem e estadia do modal terrestre são menos relevantes.

A tabela 4-5: Comparação de PIs apresenta os valores numéricos para essa preferência.

Tabela 4-5: Comparação de PIs.

KPIs	Nome	Proprietário %	Armazenador %
Flexibilidade	Tipos de modais para recebimento/ expedição	24,10	35,60
	Prazo para Programação - Marítimo	17,80	21,10
	Prazo para Programação - Terrestre	14,00	13,70
	Produtos que podem ser movimentados	44,10	29,50
Serviços agregados	Aditivação de produtos	20,90	24,00
	Formulação	25,10	25,80
	Blending para enquadramento	23,70	25,80
	Análises laboratoriais	30,30	24,50
Financeira	Custos logístico total	52,40	37,90
	Preço do serviço	21,20	28,90
	Custo da falha	26,40	33,20
Recursos	Tecnologia de programação/otimização	51,70	47,10
	Grau de automação no processo/Controle	48,30	52,90
Uso de ativos	Giro	26,90	37,90
	Capacidade volumétrica total	28,80	33,70
	Localização e acessos	44,30	28,40
Meio Ambiente e segurança	Emissões atmosféricas	14,30	14,50
	Vazamentos	30,00	46,50
	TFA	55,60	39,00
Qualidade de Serviço	Controle de especificação	45,40	30,00
	Cumprimento de planejamento logístico	27,30	33,40
	Perdas	27,30	36,60
Produtividade	Tempo de estadia - aquaviário	44,10	29,50
	disponibilidade do ativo de armazenagem	17,80	21,10
	disponibilidade do ativo de recebimento/expedição	24,10	35,60
	Tempo de estadia - terrestre	14,00	13,70

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3.6

Indicadores Ponderados

As tabelas 4-6: Indicadores Ponderados na visão Fornecedor e 4-7: Indicadores Ponderados na visão Proprietário apresentam o quadro final para avaliação do terminal, na visão estratificada de cada grupo de interesse.

Tabela 4-6: Indicadores Ponderados na visão Fornecedor.

Grupos		KPI		Indicador (PI)		Peso do PI no desempenho do terminal % = GxKPIxPI				
Nome	Peso % (G)	Nome	Peso em relação ao Grupo % (KPI)	Nome	Peso do PI em relação ao KPI % (PI)					
Atendimento ao Cliente	20,63	Flexibilidade	55,36	Tipos de modais para recebimento/ expedição	35,6	4,1				
				Prazo para Programação - Marítimo	21,1	2,4				
				Prazo para Programação - Terrestre	13,7	1,6				
				Produtos que podem ser movimentados	29,5	3,4				
		Serviços agregados	44,64	Aditivação de produtos	24,0	2,2				
				Formulação	25,8	2,4				
				Blending para enquadramento	25,8	2,4				
				Análises laboratoriais	24,5	2,3				
				Aspectos financeiros e Recursos	21,24	Financeira	39,23	Custos logístico total	37,9	3,2
								Preço do serviço	28,9	2,4
Recursos	25,86			Custo da falha	33,2	2,8				
				Tecnologia de programação/otimização	47,1	2,6				
				Grau de automação no	52,9	2,9				

Grupos		KPI		Indicador (PI)		Peso do PI no desempenho do terminal % = GxKPIxPI		
Nome	Peso % (G)	Nome	Peso em relação ao Grupo % (KPI)	Nome	Peso do PI em relação ao KPI % (PI)			
				processo/Controle				
		Uso de ativos	34,91	Giro	37,9	2,8		
				Capacidade volumétrica total	33,7	2,5		
				Localização e acessos	28,4	2,1		
Meio ambiente e Segurança	35,89		Emissões atmosféricas		14,5	5,2		
			Vazamentos		46,5	16,7		
			TFA		39,0	14,0		
Processos internos	22,25	Qualidade de Serviço	61,69	Controle de especificação	30,0	4,1		
				Cumprimento de planejamento logístico	33,4	4,6		
				Perdas	36,6	5,0		
		Produtividade	38,31			Tempo de estadia - aquaviário	29,5	2,5
						disponibilidade do ativo de armazenagem	21,1	1,8
						disponibilidade do ativo de recebimento/expedição	35,6	3,0
						Tempo de estadia - terrestre	13,7	1,2

Tabela 4-7: Indicadores Ponderados na visão Proprietário da carga.

Grupos		KPI		Indicador (PI)		Peso do PI no desempenho do terminal =GxKPIxPI				
Nome	Peso (G) %	Nome	Peso em relação ao Grupo (KPI) %	Nome	Peso do PI em relação ao KPI (PI) %					
Atendimento ao Cliente	21,09	Flexibilidade	58,68	Tipos de modais para recebimento/expedição	24,1	3,0				
				Prazo para Programação - Marítimo	17,8	2,2				
				Prazo para Programação - Terrestre	14,0	1,7				
				Produtos que podem ser movimentados	44,1	5,5				
		Serviços agregados	41,32	Aditivação de produtos	20,9	1,8				
				Formulação	25,1	2,2				
				Blending para enquadramento	23,7	2,1				
				Análises laboratoriais	30,3	2,6				
				Aspectos financeiros e Recursos	30,28	Financeira	58,75	Custos logístico total	52,4	9,3
								Preço do serviço	21,2	3,8
Recursos	18,92	Recursos	18,92	Custo da falha	26,4	4,7				
				Tecnologia de programação/otimização	51,7	3,0				
				Grau de automação no processo/Controle	48,3	2,8				
Uso de ativos	22,33	Uso de ativos	22,33	Giro	26,9	1,8				

Grupos		KPI		Indicador (PI)		Peso do PI no desempenho do terminal =GxKPIxPI		
Nome	Peso (G) %	Nome	Peso em relação ao Grupo (KPI) %	Nome	Peso do PI em relação ao KPI (PI) %			
Meio ambiente e Segurança	30,58			Capacidade volumétrica total	28,8	1,9		
				Localização e acessos	44,3	3,0		
				Emissões atmosféricas	14,3	4,4		
				Vazamentos	30,0	9,2		
				TFA	55,6	17,0		
Processos internos	18,04	Qualidade de Serviço	57,81	Controle de especificação	45,4	4,7		
				Cumprimento de planejamento logístico	27,3	2,8		
				Perdas	27,3	2,8		
		Produtividade	42,19			Tempo de estadia - aquaviário	44,1	3,4
						disponibilidade do ativo de armazenagem	17,8	1,4
						disponibilidade do ativo de recebimento/expedição	24,1	1,8
						Tempo de estadia - terrestre	14,0	1,1

5

Conclusão e recomendações

As operações de terminais, bem como sua importância na cadeia logística foram descritas, decompostas hierarquicamente e analisadas sob a ótica dos indicadores disponíveis no mercado e na literatura.

Foi escolhida a técnica de análise hierárquica de processo, com o objetivo de capturar o conhecimento tácito dos profissionais da área, suportada pela metodologia de survey. Foram selecionados profissionais que tomam decisões táticas, operacionais e estratégicas que responderam um questionário baseado na metodologia AHP simplificada e apresentada numa interface intuitiva.

O conjunto de indicadores proposto avalia os componentes que geram valor no serviço e permitem comparar a prestação de serviço entre terminais de armazenagem de graneis líquidos, face aos desafios e mudanças que a cadeia de suprimento do Petróleo no Brasil vem experimentando.

Como resultado dessa pesquisa apresentou -se duas propostas de ponderação para a cesta de indicadores apresentada: a visão do proprietário da carga e do prestador de serviço de armazenagem.

A preocupação com meio ambiente é o ponto mais relevante para proprietário da carga e armazenador.

Para o proprietário da carga, depois do meio ambiente o ponto mais importante são os aspectos financeiros, onde pode-se destacar o custo logístico total da operação como aspecto mais relevante, o quarto elemento mais relevante, é a flexibilidade de movimentar vários produtos no terminal, controle de especificação e do aspecto financeiro destaca-se custo da falha e preço dos serviços. No KPI produtividade se destaca o tempo de estadia do modal aquaviário. Esses nove itens representam mais de 60 % dos aspectos relevantes de um LBST na visão do proprietário da carga. Para um gestor, proprietário da carga, esses são bons indicativos de itens para voltar a atenção durante a contratação de fornecedor. Para o Fornecedor pode ser um indicativo de onde investir para o cliente perceba valor no serviço prestado.

Para o armazenador, depois do meio ambiente é são relevantes: as perdas, (grupo de critérios processos internos, KPI qualidade de serviço), seguidas pelo cumprimento de planejamento logístico e controle de especificação ambos no critério processos internos, no KPI qualidade do serviço. Na sequência o componente onde se enxerga mais valor é na flexibilidade em tipos de modais e produtos que podem ser movimentados, ambos no grupo de critérios atendimento ao cliente. Completando 60 % dos aspectos relevantes para um terminal de armazenagem de granéis líquidos, na visão do armazenador figura o PI disponibilidade do ativo de recebimento expedição. Na visão dos profissionais de armazenagem, são bons indicativos para implementar melhorias de processo ou gestão.

Os fornecedores de serviço estão mais voltados para questões de segurança, pode –se atribuir essa preocupação ao fato que as operações acontecem em suas instalações. Outro ponto importante para prestadores de serviço, são os processos internos. Essas atividades não necessariamente são enxergadas pelos tomadores de serviço, mas podem contribuir para o resultado de um terminal. Essa observação é atribuída a natureza da atividade desenvolvida. Os proprietários da carga tendem a buscar operações mais rentáveis, não se limitando ao preço do serviço, mas considerando o retorno total da operação.

Esse trabalho contribui de forma significativa para o mercado de armazenagem, dado que apresenta um sistema de medição de desempenho para terminais, que considera as especificidades do processo e sua integração com a cadeia de suprimentos, que reflete as práticas de mercado e os conceitos da literatura acadêmica de forma aplicada. Além disso fornece uma ferramenta importante para o terminal avaliar quais aspectos são percebidos como geradores de valor para o proprietário da carga que contrata o serviço, contribuindo para a orientação de investimentos e ações de divulgação direcionadas. Para o proprietário da carga, serve como instrumento de comparação entre terminais e de avaliação para apoiar na negociação de contratos.

Para o campo acadêmico contribui apresentando uma revisão dos aspectos relevantes sobre o processo de armazenagem de granéis líquidos e seu papel na cadeia de suprimento, bem como sobre os indicadores que se aplicam ao mercado de armazenagem de granéis líquidos.

5.1

Recomendações

Como recomendação de trabalhos futuros pode-se destacar:

- (a) A aplicação da ferramenta para comparar terminais reais.
- (b) Desenvolvimento de curvas de benchmark para os PIs.
- (c) Desenvolver pesquisa AHP, com o mercado para estimar os valores de referência para os critérios qualitativos.
- (d) Ampliar a pesquisa para outros mercados, em outras regiões como Estados Unidos, Golfo Persico, Europa (Mar do Norte) e costa da China, Japão e Coreia.

Referências

ANP. Agência Nacional do Petróleo: **Resolução N° 52**. 2015.

ANP. **Agência Nacional do Petróleo**. 2017. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 30 dez. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17505-5**, 2015.

BABBIE, E. **Métodos de Pesquisas de Survey**. Tradução Guilherme Cezarino. Belo Horizonte: Ed.: UFMG, 1999. 519p. Título original: Survey Research methods.

BAGCHI, P.K. Role of benchmarking as a competitive strategy: The logistics experience. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 26, n. 2, p. 4-22, 1996.

BALFAQIH, H. et al. Review of supply chain performance measurement systems: 1998–2015. **Computers in Industry**, v. 82, p. 135–150, 2016.

BARBOSA-PÓVOA, A.P.; RELVAS, S. Risk Management in Petroleum Supply Chain. **Risk Management**, September, p. 157–164, 2009.

BARRY, C. **European oil storage: Competitiveness is key to identifying sustainable investments**. Disponível em: <<https://www.woodmac.com/news/opinion/european-oil-storage-investments/>>. Acesso em: 2 fev. 2018.

BEAMON, B.M. Measuring supply chain performance. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 19, n. 3, p. 275-292, 1999.

BOWERSOX, D. et al. **Gestão Logística da cadeia de suprimento**. Tradução Luiz Claudio de Queiroz Faria. 4ª. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014. 455 p. Título original: Supply chain Logistics management 4TH edition.

Bowersox, D.J.; CLOSS, D.J. 1996. **Logistical Management. The Integrated Supply Chain Process**. McGraw-Hill International editions.

CARDOSO, L.C. DOS S. **Logística do Petróleo - Transporte e Armazenamento**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. 192 p.

CHANG, J.I.; LIN, C.C. A study of storage tank accidents. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 19, n. 1, p. 51-59, 2006.

CHO, D.W. et al. A framework for measuring the performance of service supply chain management. **Computers and Industrial Engineering**, v. 62, n. 3, p. 801-818, 2012.

DEMPSTER, M.A.H. et al. 2000. Planning logistics operations in the oil industry. **Journal of the Operational Research Society**, v. 51, n. 11, p. 1271-1288, 2000.

DOMINGUES, M.L.; REIS, V.; MACÁRIO, R. A comprehensive framework for measuring performance in a third-party logistics provider. **TRANSPORTATION RESEARCH PROCEDIA**, v. 10, p. 662-672, 2015.

EPE. **EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA ENERGÉTICA**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

ERGU, D.; KOU, G. Questionnaire design improvement and missing item scores estimation for rapid and efficient decision making. **Annals of Operations Research**, v. 197, n. 1, p. 5-23, 2012.

ESTAMPE, D. et al. A framework for analysing supply chain performance evaluation models. **International Journal of Production Economics**, v. 142, n. 2, p. 247-258, 2013.

FERNANDES, L.J.; BARBOSA-PÓVOA, A.P.; RELVAS, S. Risk management in petroleum supply chain. **In Proc. 14th Congress of APDIO**, September, p. 157-164, 2009.

FERNANDES, L.J.; RELVAS, S.; BARBOSA-PÓVOA, A.P. Strategic network design of downstream petroleum supply chains: Single versus multi-entity participation. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 91, n. 8, p. 1557-1587, 2013.

FORTUIN, L. Performance indicators - Why, where and how? **European Journal of Operational Research**, v. 34, n. 1, p. 1-9, 1988.

FREITAS, H. et al. O método de pesquisa survey. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, v. 35, p. 105-112, 2000.

GUNASEKARAN, A. et al. Performance measures and metrics in outsourcing decisions: A review for research and applications. **International Journal of Production Economics**, v. 161, p. 153-166, 2015.

GUNASEKARAN, A.; KOBU, B. Performance measures and metrics in logistics and supply chain management: A review of recent literature (1995-2004) for research and applications. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 12, p. 2819-2840, 2007.

GUNASEKARAN, A.; PATEL, C.; MCGAUGHEY, R.E. A framework for supply chain performance measurement. **International Journal of Production Economics**, v. 87, n. 3, p. 333-347, 2004.

GUNASEKARAN, A.; PATEL, C.; TIRTIROGLU, E. Performance measures and metrics in a supply chain environment. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 21, n. 1-2, p. 71-87, 2001.

ICS; OCIMF; IAPH. **ISGOTT, The International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals, 5th Ed.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://seaworm.narod.ru/2/isgott.pdf>>.

HOSIE, P. et al., (2012). Determinants of fifth party logistics (5PL): Service providers for supply chain management. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 13, p. 287, 2012.

ISHIZAKA, A.; LABIB, A. Review of the main developments in the analytic hierarchy process. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 11, p. 14336-14345, 2011.

JANSSEN, L. Automating Terminal Operations. **TANK STORAGE MAGAZINE**, London, n. August, p. 67-68, 2014.

JAYARAM, J.; TAN, K.C. Supply chain integration with third-party logistics providers. **International Journal of Production Economics**, v. 125, n. 2, p. 262-271, 2010.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. The balanced scorecard--measures that drive performance. **Harvard Business Review**, v. 70, n. 1, p. 71-79, 1992.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **The Balanced Scorecard: Translating Strategy Into Action**, 1996.

KEMP, J. **Oil storage business is booming**L. 2015. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/oil-storage-kemp/corrected-column-oil-storage-business-is-booming-kemp-idUSL8N13S4ZQ20151204>>. Acesso em: 2 fev. 2018.

KRAKOVICS, F. et al. Defining and calibrating performance indicators of a 4PL in the chemical industry in Brazil. **International Journal of Production Economics**, v. 115, n. 2, p. 502-514, 2008.

KRAUTH, E., & MOONEN, H. Understanding Performance Measurement and Control in Third Party Logistics. **Proceedings of the 13th European Conference on Information Systems**, Information Systems in a Rapidly Changing Economy, {ECIS}, Regensburg, Germany, May 26-28, 2005.

KRAUTH, E.; MOONEN, H.; POPOVA, V. & SCHUT, M. Performance Measurement And Control In Logistics Service Providing, **Proceedings of the Seventh International Conference on Enterprise Information Systems**, Miami, USA, 2005.

LAMBERT, D.M.; STOCK, J.R. & ELLRAM, L.M. **Fundamentals of logistics management**. New York Irwin: McGraw-Hill, 626p, 1998.

LAMBERT, D.M.; POHLEN, T.L. Supply Chain Metrics. **The International Journal of Logistics Management**, v. 12, n. 1, p. 1-19, 2001.

LIMA, C.; RELVAS, S.; BARBOSA-PÓVOA, A.P.F.D. Downstream oil supply chain management: A critical review and future directions. **Computers and Chemical Engineering**, v. 92, p. 78-92, 2016.

LEAL, J.E. **MÉTODO AHP SIMPLIFICADO: MÉTODO EXATO SUPONDO CONSISTÊNCIA DE JULGAMENTOS**. Memorando Interno. Departamento de engenharia Industrial- PUC. Rio de Janeiro, 2018

LOHMAN, C.; FORTUIN, L.; WOUTERS, M. Designing a performance measurement system: A case study. **European Journal of Operational Research**, v. 156, n. 2, p. 267-286, 2004.

LU, H.; SU, Y. **An approach towards overall supply chain efficiency: A future oriented solution and analysis in inbound process**. Göteborg, 2002, 128p. Dissertação (Masters in Logistics and Transport Management) - Graduate Business School, School of Economics and Commercial Law, Göteborg University, 2002.

MADUEKE, U.A. Measuring and Benchmarking Efficiency and Productivity Levels of Liquid Bulk Terminal Operations Using a DEA AND OEE Approach Considering Nigeria's Atlas Cove Jetty and Depot Facility, 2012.

MERK, O.; DANG, T.T. Efficiency of world ports in container and bulk cargo (oil , coal , ores and grain). **Regional Development Working Papers**, n. 2012/09, p. 1-28, 2012.

MODARRESS, B.; ANSARI, A.; THIES, E. Outsourcing in the Persian Gulf petroleum supply chain. **Strategic Outsourcing**, v. 9, n. 1, p. 2-21, 2016.

NEELY, A. **Business Performance Measurement: Theory and practice**. Cambridge. Cambridge University Press, 2004.

NEELY, A.; GREGORY, M.; PLATTS, K. Performance measurement system design: A literature review and research agenda. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 15, n. 4, p. 80-116, 1995.

NEELY, A., et al, Designing performance measures: a structured approach, **International Journal of Operations & Production Management**, v. 17, Issue: 11, p. 1131-1152, 1997.

NEIRO, S.M.S.; PINTO, J.M. A general modeling framework for the operational planning of petroleum supply chains. **Computers and Chemical Engineering**, v. 28, n. 6-7, p. 871-896, 2004.

PINTO JUNIOR, et al. **Economia da Energia - Fundamentos Econômicos, Evolução Histórica e Organização Industrial**. Rio de Janeiro: Campus, 2007, 360p.

RODRIGUE, J.-P. **The Geography of Transport Systems**. 4th. ed. New York. Disponível em: <<https://transportgeography.org>>RUSSO, R. D. F. S. M.>

CAMANHO, R. Criteria in AHP: A systematic review of literature. In: *PROCEDIA COMPUTER SCIENCE 2015, Anais...* [s.l: s.n.]

SAATY, R.W. The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, v. 9, n. 3-5, p. 161-176, 1987.

SAATY, T.L. **The analytic hierarchy and analytic network processes for the measurement of intangible criteria and for decision-making.** [s.l: s.n.]. v. 233

SAATY, T.L. How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, v. 48, n. 1, p. 9-26, 1990.

SAATY, T.L. **Método de análise hierárquica.** Tradução Wainer da Silveira e Silva. São Paulo: Makron Books, 1991. 367 p. Título original: Analytic hierarchy process.

SAATY, T.L. That is not the analytic hierarchy process: What the AHP is and what it is not. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, v. 6, n. 6, p. 324-335, 1997.

SAATY, T.L. Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary. *European Journal of Operational Research*, v. 145, n. 1, p. 85-91, 2003.

SAATY, T.L. Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Serie A: Matemáticas*, v. 102, n. 2, p. 251-318, 2008.

SAATY, T.L.; VARGAS, L.G. Dispersion of group judgments. *Mathematical and Computer Modelling*, v. 46, n. 7-8, p. 918-925, 2007.

SAHEBI, H.; NICKEL, S.; ASHAYERI, J. Strategic and tactical mathematical programming models within the crude oil supply chain context-A review. *Computers and Chemical Engineering*, v. 68, p. 56-77, 2014.

SAIKIA, R. Tank storage - worth the investment risk. *Tank storage magazine*. v. 12, n. 4, p. 34-35, august/September, 2016.

SATO, Y. Questionnaire Design for Survey Research: Employing Weighting Method. *International Symposium on the Analytic Hierarchy Process (ISAHP) 2005*, Honolulu, Hawaii, July 8-10, 2003, n. 1993, p. 1-8, 2003.

SCHÖNSLEBEN, P. **Integral Logistics Management.** Boca Raton: CRC Press, 2016.

SUPPLY CHAIN COUNCIL. **Supply Chain Operations Reference Model Rev. 8.0.** [s.l: s.n.].

TANK TERMINALS. Disponível em <www.tankterminals.com> aceso em 10 jan. 2018

TSA -TANK STORAGE ASSOCIATION. **No Title**. 2018. Disponível em: <www.tankstorage.org.uk>. Acesso em: 4 mar. 2018.

VAIDYA, O.S.; KUMAR, S. Analytic hierarchy process: An overview of applications. **European Journal of Operational Research**, v. 169, n. 1, p. 1-29, 2006.

VARMA, S.; WADHWA, S.; DESHMUKH, S. G. Evaluating petroleum supply chain performance: Application of analytical hierarchy process to balanced scorecard. **Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics**, v. 20, n. 3, p. 343-356, 2008.

WOLFF, C.S. **O método AHP – revisão conceitual e proposta de simplificação**. Rio de Janeiro, 2008. 138 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

WORLD BANK. **Environmental, health, and safety guidelines for crude oil and petroleum product terminals (English)**. Washington, D.C. : Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/224701496124240982/Environmental-health-and-safety-guidelines-for-crude-oil-and-petroleum-product-terminals>>.

Anexo I - Pesquisa exploratória

Critérios de desempenho de Armazenagem

SurveyMonkey

Q1 Qual o seu tempo de experiência na área de Armazenagem

Responderam: 6 Ignoraram: 0

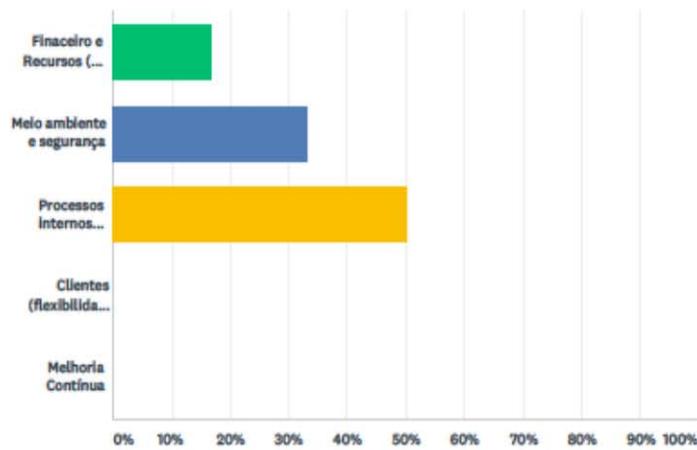
Nº	RESPOSTAS	DATA
1	5	28/06/2018 17:47
2	10 anos	20/06/2018 14:16
3	2 anos	20/06/2018 14:07
4	30 anos	05/06/2018 17:45
5	15 ANOS	04/06/2018 14:25
6	10 anos	04/06/2018 08:16

Critérios de desempenho de Armazenagem

SurveyMonkey

Q2 o que vc avalia como mais importante na avaliação de desempenho de um terminal de armazenagem de granel liquido?

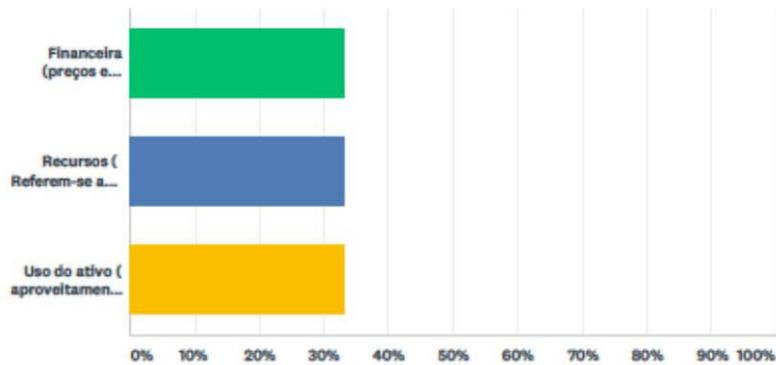
Responderam: 6 Ignoraram: 0



OPÇÕES DE RESPOSTA	RESPOSTAS	
Finaceiro e Recursos (Financeiro, uso de ativos e recursos do terminal)	16,67%	1
Meio ambiente e segurança	33,33%	2
Processos Internos (produtividade e qualidade do serviço)	50,00%	3
Clientes (flexibilidade, serviços agregados)	0,00%	0
Melhoria Contínua	0,00%	0
TOTAL		6

Q3 No critério financeiro e recursos o que você considera mais importante para avaliação de um terminal de armazenagem de granéis líquidos?

Responderam: 6 Ignoraram: 0

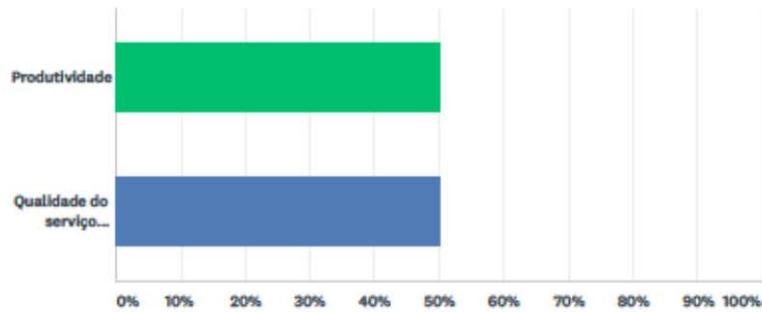


OPÇÕES DE RESPOSTA	RESPOSTAS
Financeira (preços e custos)	33,33% 2
Recursos (Referem-se a recursos instalados no terminal)	33,33% 2
Uso do ativo (aproveitamento da capacidade instalada)	33,33% 2
TOTAL	6

Nº	TEM ALGUM SUB CRITÉRIO MAIS RELEVANTE QUE ESSES? QUAL?	DATA
1	Adequação da fungibilidade dos produtos de forma a dar uma sequência lógica de operações onde as perdas e degradações sejam mínimas	05/06/2018 17:45
2	Flexibilidade nas operações: possibilidade de variar o produto estocado, transmodalidade (vários modais com possibilidade de transbordo entre eles).	04/06/2018 14:25

Q4 No critério processos Internos o que você considera mais importante para avaliação de um terminal de armazenagem de granéis líquidos?

Responderam: 6 Ignoraram: 0



OPÇÕES DE RESPOSTA	RESPOSTAS
Produtividade	50,00% 3
Qualidade do serviço prestado	50,00% 3
TOTAL	6

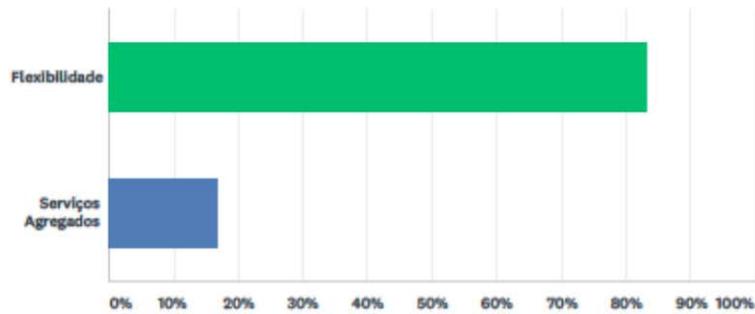
Nº	TEM ALGUM SUB CRITÉRIO MAIS RELEVANTE QUE ESSES? QUAL?	DATA
1	Meio Ambiente e Segurança devem estar a frente de quaisquer outros critérios. Acidentes com pessoas e/ou meio ambiente, podem levar uma empresa ao fechamento.	05/06/2018 17:45
2	A escolha de qualidade do serviço foi escolhida por falta da opção nível de serviço contratado, que permite tangibilizar a expectativa do cliente com o serviço prestado pelo fornecedor a um preço equilibrado.	04/06/2018 14:25

Critérios de desempenho de Armazenagem

SurveyMonkey

Q5 No critério clientes o que você considera mais importante para avaliação de um terminal de armazenagem de graneis líquidos?

Responderam: 6 Ignoraram: 0



OPÇÕES DE RESPOSTA	RESPOSTAS	
Flexibilidade	83,33%	5
Serviços Agregados	16,67%	1
TOTAL		6

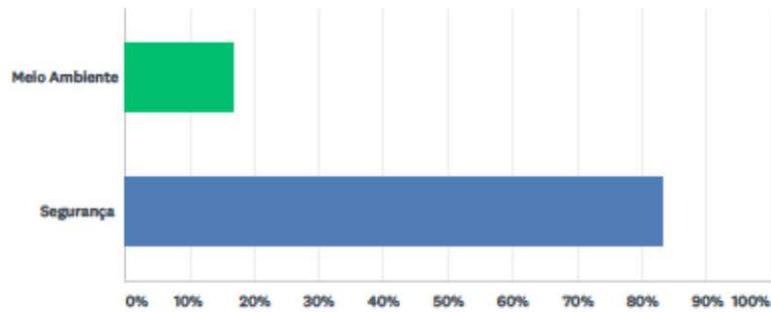
Nº	TEM ALGUM SUB CRITÉRIO MAIS RELEVANTE QUE ESSES? QUAL?	DATA
1	Qualidade. Temos que garantir ao máximo a qualidade do produto do cliente. A Flexibilidade nos ajuda na variedade de clientes atendidos, mas sempre com garantia da qualidade.	05/06/2018 17:45
2	acredito que neste caso a melhoria contínua associada a uma avaliação de benchmarking permite uma boa comparação	04/06/2018 14:25

Crerios de desempenho de Armazenagem

SurveyMonkey

Q6 No critério Meio Ambiente e Segurança o que você considera mais importante para avaliaçaõ de um terminal de armazenagem de granéis líquidos?

Responderam: 6 Ignoraram: 0

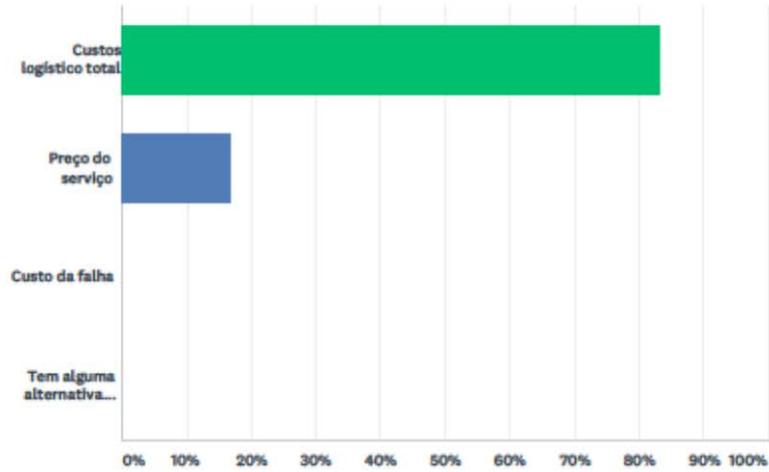


OPÇÕES DE RESPOSTA	RESPOSTAS	
Meio Ambiente	16,67%	1
Segurança	83,33%	5
TOTAL		6

Nº	TEM ALGUM SUB CRITÉRIO MAIS RELEVANTE QUE ESSES? QUAL?	DATA
1	Naz realidade os dois critérios tem pesos semelhantes em relação ao impacto que podem gerar, caso ocorram falhas.	05/06/2018 17:45
2	Talvez a mensuração do número de incidentes pode ser um bom indicativo de tendência para subsidiar a negociação dos contratos.	04/06/2018 14:25

Q7 No critério Financeiro, qual a alternativa mais relevante?

Responderam: 6 Ignoraram: 0

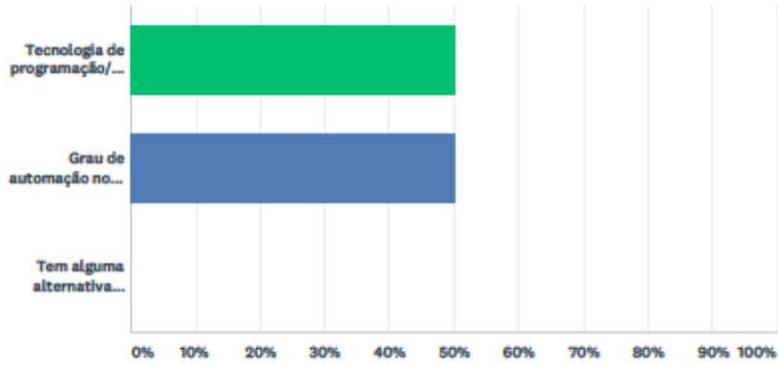


OPÇÕES DE RESPOSTA	RESPOSTAS
Custos logístico total	83,33% 5
Preço do serviço	16,67% 1
Custo da falha	0,00% 0
Tem alguma alternativa mais relevante que essas?Qual?	0,00% 0
TOTAL	6

Nº	TEM ALGUMA ALTERNATIVA MAIS RELEVANTE QUE ESSAS?QUAL?	DATA
	Não há nenhuma resposta.	

Q8 No critrio Recursos, qual a alternativa mais relevante?

Responderam: 6 Ignoraram: 0

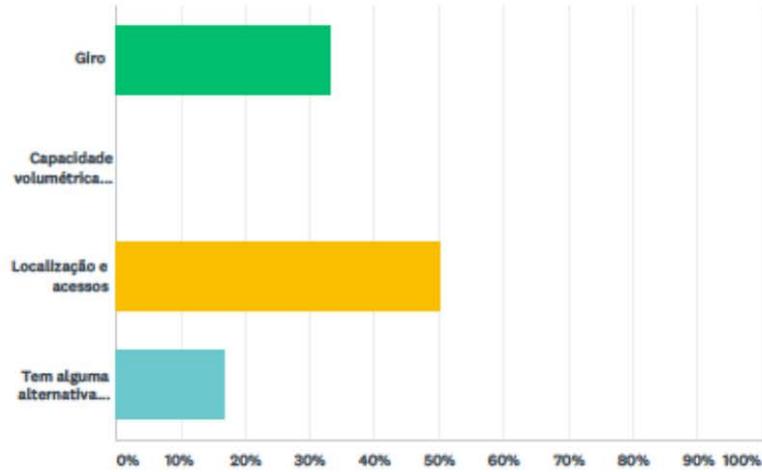


OPÇÕES DE RESPOSTA	RESPOSTAS
Tecnologia de programao/otimizao	50,00% 3
Grau de automao no processo/Controle	50,00% 3
Tem alguma alternativa mais relevante que essas?Qual?	0,00% 0
TOTAL	6

Nº	TEM ALGUMA ALTERNATIVA MAIS RELEVANTE QUE ESSAS?QUAL?	DATA
	Não h nenhuma resposta.	

Q9 No critério Uso de ativos, qual a alternativa mais relevante?

Responderam: 6 Ignoraram: 0

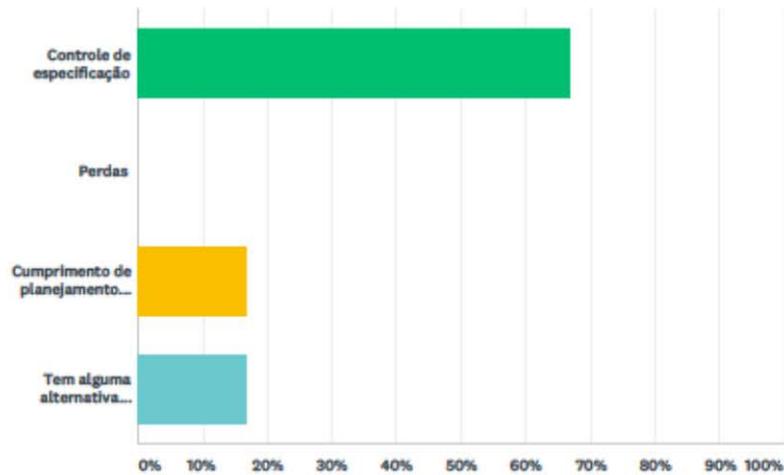


OPÇÕES DE RESPOSTA	RESPOSTAS
Giro	33,33% 2
Capacidade volumétrica total	0,00% 0
Localização e acessos	50,00% 3
Tem alguma alternativa mais relevante que essas?Qual?	16,67% 1
TOTAL	6

Nº	TEM ALGUMA ALTERNATIVA MAIS RELEVANTE QUE ESSAS?QUAL?	DATA
1	O uso do ativo é consequência de um processo de otimização global e muitas vezes a maximização do uso de um determinado ativo pode gerar resultados financeiramente inferiores. Acredito que o valor agregado (realizado/previsto) seja a melhor forma de avaliar se um ativo está sendo utilizado em seu nível ótimo. É importante que o nível ótimo seja constantemente desafiado e também sujeito a um processo de melhoria contínua.	04/06/2018 14:25

Q10 No critério Qualidade de serviço, qual a alternativa mais relevante?

Responderam: 6 Ignoraram: 0



OPÇÕES DE RESPOSTA	RESPOSTAS
Controle de especificação	66,67% 4
Perdas	0,00% 0
Cumprimento de planejamento logístico	16,67% 1
Tem alguma alternativa mais relevante que essas?Qual?	16,67% 1
TOTAL	6

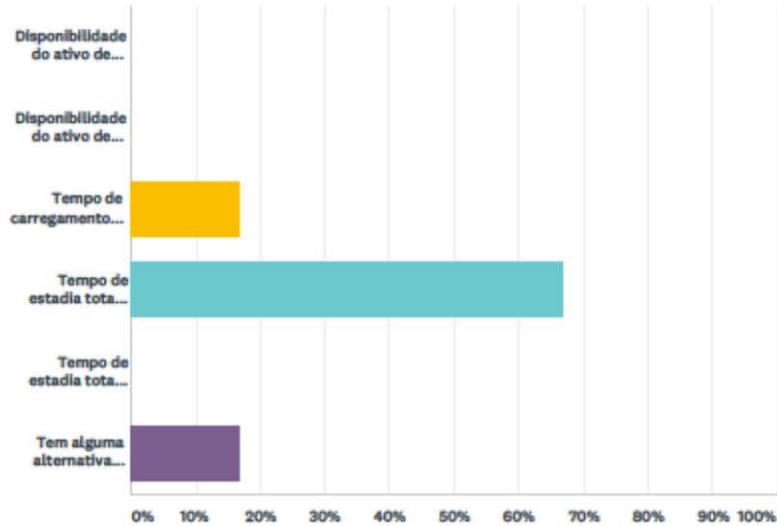
Nº	TEM ALGUMA ALTERNATIVA MAIS RELEVANTE QUE ESSAS?QUAL?	DATA
1	Colocaria que seria o Cumprimento de planejamento Logístico, mas com controle de especificação. Não adianta trabalhar no prazo e contaminar o produto do cliente.	05/06/2018 17:45

Crítérios de desempenho de Armazenagem

SurveyMonkey

Q11 No critério produtividade, qual a alternativa mais relevante?

Responderam: 6 Ignoraram: 0

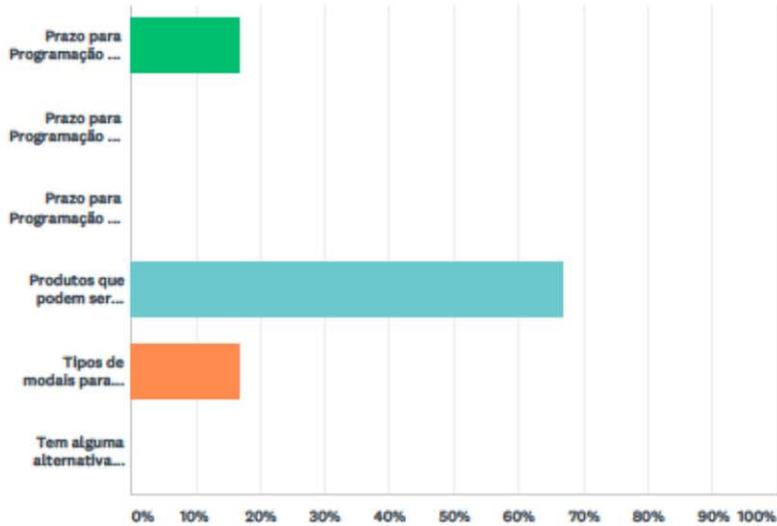


OPÇÕES DE RESPOSTA	RESPOSTAS
Disponibilidade do ativo de armazenagem	0,00% 0
Disponibilidade do ativo de recebimento/expedição	0,00% 0
Tempo de carregamento/descarga	16,67% 1
Tempo de estadia total - Aquaviário	66,67% 4
Tempo de estadia total - Terrestre	0,00% 0
Tem alguma alternativa mais relevante que essas?Qual?	16,67% 1
TOTAL	6

Nº	TEM ALGUMA ALTERNATIVA MAIS RELEVANTE QUE ESSAS?QUAL?	DATA
1	A produtividade está atrelada ao serviço prestado e, portanto, o critério de produtividade deve ser estabelecido de acordo com a finalidade e significância de um dado ativo, podendo coexistir diferentes alternativas para mensurar a eficiência de acordo com a conjuntura macroeconômica vigente, como por exemplo, nível de frete, disponibilidade de ativos/utilidades, restrições operacionais, valor do produto, cotação cambial, entre outros.	04/06/2018 14:25

Q12 No critrio Flexibilidade, qual a alternativa mais relevante?

Responderam: 6 Ignoraram: 0



OPÇÕES DE RESPOSTA	RESPOSTAS
Prato para Programação - Marítimo	16,67% 1
Prato para Programação - Terrestre Dutoviário	0,00% 0
Prato para Programação - Terrestre Rodoviário/ferroviário	0,00% 0
Produtos que podem ser movimentados	66,67% 4
Tipos de modais para recebimento/ expedição	16,67% 1
Tem alguma alternativa mais relevante que essas?Qual?	0,00% 0
TOTAL	6

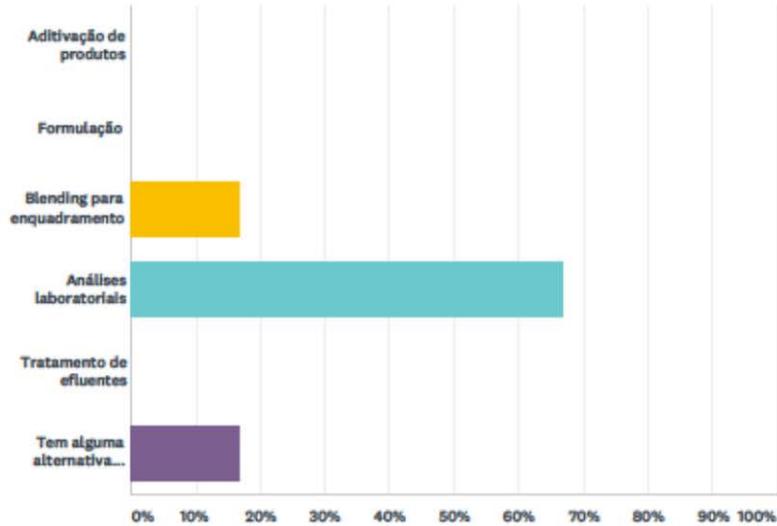
Nº	TEM ALGUMA ALTERNATIVA MAIS RELEVANTE QUE ESSAS?QUAL?	DATA
	Não há nenhuma resposta.	

Crerios de desempenho de Armazenagem

SurveyMonkey

Q13 No critrio Servios agregados, qual a alternativa mais relevante?

Responderam: 6 Ignoraram: 0

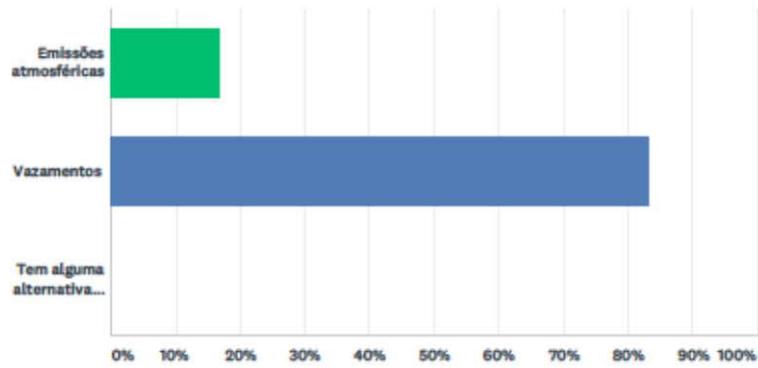


OPÇÕES DE RESPOSTA	RESPOSTAS
Aditivao de produtos	0,00% 0
Formulao	0,00% 0
Blending para enquadramento	16,67% 1
Anlises laboratoriais	66,67% 4
Tratamento de efluentes	0,00% 0
Tem alguma alternativa mais relevante que essas?Qual?	16,67% 1
TOTAL	6

Nº	TEM ALGUMA ALTERNATIVA MAIS RELEVANTE QUE ESSAS?QUAL?	DATA
1	Assim como na pergunta 11, depende da funao. Um ponto que no foi levantado diz respeito as necessidades de implantao de melhorias operacionais, sejam elas a ttulo de procedimentos, de quantitativo/capacitao de pessoal, de sistemas de inframao e at de investimentos/obras para aumentar a eficiencia das operaes logsticas.	04/06/2018 14:25

Q14 No critério Meio ambiente, qual a alternativa mais relevante?

Responderam: 6 Ignoraram: 0



OPÇÕES DE RESPOSTA	RESPOSTAS
Emissões atmosféricas	16,67% 1
Vazamentos	83,33% 5
Tem alguma alternativa mais relevante que essas?Qual?	0,00% 0
TOTAL	6

Nº	TEM ALGUMA ALTERNATIVA MAIS RELEVANTE QUE ESSAS?QUAL?	DATA
	Não há nenhuma resposta.	

Critérios de desempenho de Armazenagem

SurveyMonkey

Q15 Você tem alguma sugestão para essa pesquisa?

Responderam: 2 Ignoraram: 4

Nº	RESPOSTAS	DATA
1	Algumas questões poderiam ter mais de uma resposta e com campo para explicações.	05/06/2018 17:45
2	A pesquisa poderia ser mais direcionada, destacando-se qual o verdadeiro objetivo e com uma associação ao serviço/local da prestação de serviços.	04/06/2018 14:25

Anexo II - Pesquisa encaminhada para os respondentes



Apresentação da pesquisa e perfil do respondente

O objetivo dessa pesquisa é quantificar, com base em metodologias de pesquisa e na opinião do público técnico envolvido na tomada de decisão a respeito de terminais de armazenagem de granel líquidos, a relevância de critérios de desempenho obtidos na literatura acadêmica e de revistas especializadas no setor.

O objetivo dessa primeira página é a identificação do perfil do respondente. A sua identificação e da empresa que trabalha é opcional. Todas as respostas individuais são confidenciais. Os resultados dessa pesquisa, de forma consolidada serão enviados para os emails cadastrados, e estarão disponíveis na base de dados da PUC-RIO a quem tiver interesse no tema.

* 1. Qual o papel da sua empresa/área de atuação na logística de petróleo e derivados? (Caso sua empresa atue nas duas funções escolha a que mais se ajusta ao seu trabalho)

- Proprietário da carga
- Armazenador

* 2. Quanto tempo você atua no segmento de armazenagem de granel líquido?

- até 5 anos
- de 5 anos a 10 anos
- mais de 10 anos

* 3. Qual a sua função no processo de armazenagem ?

- Tomo Decisões Rotineiras, Programador
- Tomo decisões táticas ou estratégicas, Gestor/líder
- Desenvolvo atividades de controle ou apoio.

4. Opcional - Empresa

5. Opcional- email (o resultado final da pesquisa será enviado para o email cadastrado)



Nessa página, pedimos que compare:

- Grupos de indicadores de desempenho, dois a dois.
- Indicadores Chave, dois a dois.

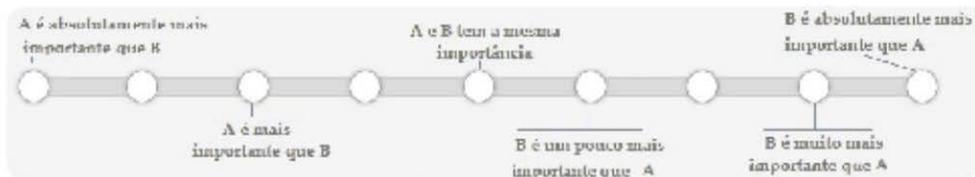
Pedimos notar que uma alternativa pode aparecer mais de uma vez, em diferentes comparações em pares

Para comparar as alternativas basta mover o cursor para a posição que avaliar como mais adequada. **O cursor pode ser posicionado em qualquer ponto na barra.**

Por exemplo:

- Se achar que a alternativa a direita é absolutamente/extremamente mais relevante, posicione o cursor totalmente a direita;
- Se na sua avaliação são de mesma importância posicione no meio;
- Se achar que a alternativa a direita é um moderadamente mais importante, posicione o cursor levemente a direita.
- Se achar que a alternativa a direita é muito mais importante, posicione o cursor próximo a direita, pouco antes do fim da barra.
- Se achar que a alternativa a esquerda é absolutamente mais relevante, posicione o cursor totalmente esquerda.

Exemplos de posições do cursor



* 6. Qual o critério mais importante para avaliação de um terminal? (Itens 6, 7 e 8)

Melo ambiente e Segurança -
Refere-se aos cuidados com
meio ambiente e segurança das
operações

Ambos tem a mesma relevância

Clientes - Refere-se a
flexibilidades, serviços
agregados



*** 7. Compare :**

Melo ambiente e Segurança -
Refere-se aos cuidados com
meio ambiente e segurança das
operações

Ambos tem a mesma relevância

Aspectos financeiros - Refere-se
preços, custos, uso de ativos,
localização de um terminal

*** 8. Compare :**

Processos internos - Refere-se a
capacidade do terminal em ser
produtivo e realizar com
acurácia os processos internos. Ambos tem a mesma relevância

Melo ambiente e Segurança -
Refere-se aos cuidados com
meio ambiente e segurança das
operações

*** 9. Pedimos comparar alternativas referentes a atendimento a clientes, dois a dois, para isso basta mover o cursor para a posição que avaliar como mais adequada.**

Serviços agregados -
capacidade do terminal em
oferecer serviços adicionais a
armazenagem e expedição,

Ambos tem a mesma relevância

Flexibilidades - capacidade do
terminal em atender
necessidades não
convencionais dos clientes.

*** 10. Pedimos comparar alternativas referentes a processos internos, dois a dois, para isso basta mover o cursor para a posição que avaliar como mais adequada - Uma alternativa pode aparecer mais, em diferentes comparações em pares.**

Qualidade de serviço.

Ambos tem a mesma relevância

Produtividade

* 11. Pedimos comparar alternativas referentes aos aspectos financeiros, dois a dois, para isso basta mover o cursor para a posição que avaliar como mais adequada - Uma alternativa pode aparecer mais de uma vez, em diferentes comparações em pares.(Itens 11 e 12)

Uso do ativo (aproveitamento da capacidade instalada)	Ambos tem a mesma relevância	Preços e custos
<input type="radio"/>		

* 12. Compare:

Uso do ativo (aproveitamento da capacidade instalada)	Ambos tem a mesma relevância	Recursos (Referem-se a recursos instalados no terminal)
<input type="radio"/>		



Nessa página, pedimos que compare:

a) Indicadores de desempenho

Para isso basta mover o cursor para a posição que avaliar como mais adequada. **O cursor pode ser posicionado em qualquer ponto na barra.**

Por exemplo:

- 1) Se achar que a alternativa a direita é absolutamente/extremamente mais relevante que a da esquerda, posicione o cursor totalmente a direita;
- 2) Se na sua avaliação são de mesma importância posicione no meio; É necessário clicar no cursor.
- 3) Se achar que a alternativa a direita é um moderadamente mais importante, posicione o cursor levemente a direita.
- 4) Se achar que a alternativa a direita é muito mais importante, posicione o cursor próximo a direita, pouco antes do fim da barra.
- 5) Se achar que a alternativa a esquerda é absolutamente mais relevante, posicione o cursor totalmente esquerda.

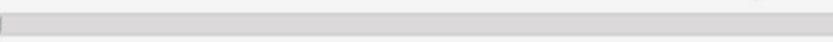
Pedimos notar que uma alternativa pode aparecer mais de uma vez, em diferentes comparações em pares.

- * 13. Pedimos comparar alternativas referentes ao indicador **chave meio ambiente e segurança**, dois a dois, para isso basta mover o cursor para a posição que avaliar como mais adequada (Itens 13 e 14)

Taxa de vazamentos - Avalia a gestão de meio ambiente no terminal sob a ótica de vazamentos, qualquer vazamento precisa ser considerado.

Emissões atmosféricas - Avalia a gestão de meio ambiente no terminal sob a ótica de poluentes

Ambos tem a mesma relevância



* 14. Compare:

Taxa de vazamentos - Avalia a gestão de meio ambiente no terminal sob a ótica de vazamentos, qualquer vazamento precisa ser considerado.

Ambos tem a mesma relevância

Taxa de acidentes - Avalia a ocorrência de acidentes por hora trabalhada.

* 15. Pedimos comparar alternativas referentes ao indicador chave aspectos financeiros dois a dois, para isso basta mover o cursor para a posição que avaliar como mais adequada. (Itens 15 e 16)

Compare:

Custos logístico total

Ambos tem a mesma relevância

Preço do serviço

* 16. Compare:

Custos logístico total

Ambos tem a mesma relevância

Custo da falha

* 17. Pedimos comparar alternativas referentes ao indicador chave Ativos, dois a dois, para isso basta mover o cursor para a posição que avaliar como mais adequada. (Itens 17 e 18)

Compare:

Capacidade volumétrica total

Ambos tem a mesma relevância

Localização e acessos

* 18. Compare:

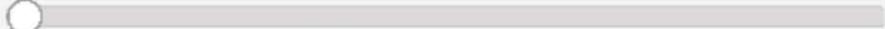
Localização e acessos

Ambos tem a mesma relevância

Giro - Mede quantas vezes o m³ instalado é utilizado no mês.

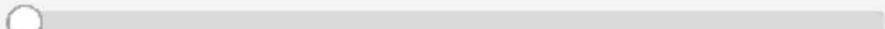
* 19. Pedimos comparar alternativas referentes ao indicador chave **recursos do terminal**, dois a dois, para isso basta mover o cursor para a posição que avaliar como mais adequada.

Compare:

Tecnologia de programação/otimização.	Ambos tem a mesma relevância	Grau de automação no processo/Controle.
<input type="radio"/> 		

* 20. Pedimos comparar alternativas referentes ao indicador chave **qualidade do serviço**, dois a dois, para isso basta mover o cursor para a posição que avaliar como mais adequada. (Itens 20 e 21)

Compare:

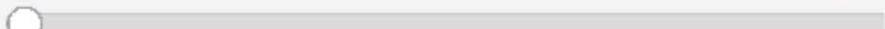
Controle de especificação.	Ambos tem a mesma relevância	Cumprimento de planejamento logístico.
<input type="radio"/> 		

* 21. Compare:

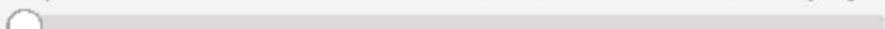
Controle de especificação.	Ambos tem a mesma relevância	Perdas
<input type="radio"/> 		

* 22. Pedimos comparar alternativas referentes ao indicador chave **produtividade**, dois a dois, para isso basta mover o cursor para a posição que avaliar como mais adequada. (Itens 22 e 23)

Compare:

Tempo de estadia - modal aquaviário.	Ambos tem a mesma relevância	Disponibilidade do ativo de armazenagem.
<input type="radio"/> 		

* 23. Compare:

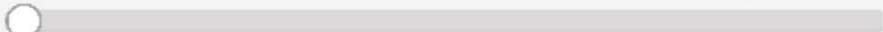
Tempo de estadia - modal aquaviário.	Ambos tem a mesma relevância	Disponibilidade do ativo de recebimento/expedição.
<input type="radio"/> 		

* 24. Compare:

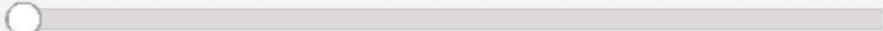
Tempo de estadia - modal aquaviário.	Ambos tem a mesma relevância	Tempo de estadia - Terrestre.
<input type="radio"/> 		

* 25. Pedimos comparar alternativas referentes ao indicador chave **flexibilidade**, dois a dois, para isso basta mover o cursor para a posição que avaliar como mais adequada. (Itens 25, 26 e 27)

Compare:

Quantidade de produtos que podem ser movimentados no terminal	Ambos tem a mesma relevância	Flexibilidade no Prazo para Programação - Aquaviário
<input type="radio"/> 		

* 26. Compare :

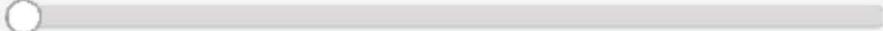
Quantidade de produtos que podem ser movimentados no terminal	Ambos tem a mesma relevância	flexibilidade em modais para recebimento/ expedição
<input type="radio"/> 		

* 27. Compare :

Quantidade de produtos que podem ser movimentados no terminal	Ambos tem a mesma relevância	Flexibilidade no Prazo para Programação - Terrestre
<input type="radio"/> 		

* 28. Pedimos comparar alternativas referentes ao indicador chave **serviços agregados**, dois a dois, para isso basta mover o cursor para a posição que avaliar como mais adequada. (Itens 28, 29 e 30)

Compare:

Análises laboratoriais	Ambos tem a mesma relevância	Blending para enquadramento
<input type="radio"/> 		

* 29. Compare:

Análises laboratoriais	Ambos tem a mesma relevância	Aditivção de produtos
<input type="radio"/>		

* 30. Compare:

Análises laboratoriais	Ambos tem a mesma relevância	Formulação de produtos
<input type="radio"/>		

Apêndice I - Resultados da pesquisa

Esse apêndice apresenta o extrato dos resultados da pesquisa.

Respondent ID	Collector ID	Start Date	End Date	Qual o papel da sua empresa/área de atuação na logística de petróleo e derivados? (Caso sua empresa atue nas duas funções escolha a que mais se ajusta ao seu trabalho)	Quanto tempo você atua no segmento de armazenagem de granel líquido?	Qual a sua função no processo de armazenagem ?	PERGUNTA	6	7
							Opcional - Empresa	MASXC LI	MASXF IN
10110944957	213270752	2018-07-13 20:17:55	2018-07-13 20:20:55	Proprietário da carga	mais de 10 anos	Tomo decisões táticas ou estratégicas, Gestor/líder		2	2
10110842484	213270752	2018-07-13 18:31:37	2018-07-13 18:47:08	Proprietário da carga	até 5 anos	Desenvolvo atividades de controle ou apoio.	Petrobras	1	1/3
10110624596	213270752	2018-07-13 15:56:06	2018-07-13 16:04:03	Proprietário da carga	mais de 10 anos	Tomo decisões táticas ou estratégicas, Gestor/líder		3	2
10108971453	213270752	2018-07-12 17:06:06	2018-07-12 17:17:51	Proprietário da carga	mais de 10 anos	Tomo decisões táticas ou estratégicas, Gestor/líder		8	2
10108824966	213270752	2018-07-12 15:45:03	2018-07-12 16:04:31	Proprietário da carga	até 5 anos	Desenvolvo atividades de controle ou apoio.	Petrobras	3	2
10107164279	213270752	2018-07-11 17:41:08	2018-07-11 18:00:13	Proprietário da carga	mais de 10 anos	Desenvolvo atividades de controle ou apoio.	Petrobras	8	1/2
10106934892	213271248	2018-07-11 15:23:26	2018-07-11 15:30:24	Proprietário da carga	até 5 anos	Tomo Decisões Rotineiras, Programador	Dow	3	6
10106879194	213270752	2018-07-11 14:50:47	2018-07-11 14:59:53	Proprietário da carga	até 5 anos	Tomo decisões táticas ou estratégicas, Gestor/líder		1/4	1/4
10106506082	213270752	2018-07-11 11:33:57	2018-07-11 11:40:06	Proprietário da carga	mais de 10 anos	Tomo Decisões Rotineiras, Programador	Petrobras	7	5
10105117780	213270752	2018-07-10 16:07:25	2018-07-10 16:22:33	Proprietário da carga	mais de 10 anos	Tomo Decisões Rotineiras, Programador	PETROBRAS	1	2
10104650163	213270752	2018-07-10 11:53:27	2018-07-10 16:04:35	Armazenador	mais de 10 anos	Tomo decisões táticas ou estratégicas, Gestor/líder		1	3
10103872546	213270752	2018-07-10 0:48:09	2018-07-10 0:58:05	Armazenador	até 5 anos	Tomo decisões táticas ou estratégicas, Gestor/líder		1/3	1/3
10103621784	213270752	2018-07-09 20:22:05	2018-07-09 20:33:29	Armazenador	mais de 10 anos	Tomo decisões táticas ou estratégicas, Gestor/líder	Decal	1	2
10102418797	213270752	2018-07-09 8:28:51	2018-07-09 8:35:36	Proprietário da carga	mais de 10 anos	Tomo decisões táticas ou estratégicas, Gestor/líder		1/4	1/4
10102344517	213270752	2018-07-09 7:28:40	2018-07-09 7:35:23	Proprietário da carga	mais de 10 anos	Desenvolvo atividades de controle ou apoio.		1	1
10099668655	213270752	2018-07-06 8:32:27	2018-07-06 8:44:57	Proprietário da carga	mais de 10 anos	Desenvolvo atividades de controle ou apoio.	Petroleo Brasileiro	1/3	1/3
10099126045	213270752	2018-07-05 21:45:37	2018-07-05 21:57:21	Armazenador	mais de 10 anos	Tomo decisões táticas ou estratégicas, Gestor/líder	Vopak	3	3
10098995595	213270752	2018-07-05 19:25:44	2018-07-05 19:40:00	Proprietário da carga	até 5 anos	Tomo Decisões Rotineiras, Programador	Petrobras	1/9	1/8
10098524026	213270752	2018-07-05 13:41:22	2018-07-05 13:51:21	Proprietário da carga	mais de 10 anos	Tomo decisões táticas ou estratégicas, Gestor/líder	Petrobras	9	1
10097093967	213270752	2018-07-04 14:07:56	2018-07-04 14:25:33	Armazenador	mais de 10 anos	Tomo Decisões Rotineiras, Programador		1	2
10095765373	213270752	2018-07-03 18:25:04	2018-07-03 18:36:32	Armazenador	de 5 anos a 10 anos	Tomo decisões táticas ou estratégicas, Gestor/líder		8	8
10095561101	213270752	2018-07-03 16:13:02	2018-07-03 16:40:17	Armazenador	mais de 10 anos	Tomo decisões táticas ou estratégicas, Gestor/líder	Decal Brasil	3	1
10095425068	213270752	2018-07-03 14:58:25	2018-07-03 15:03:30	Armazenador	mais de 10 anos	Tomo Decisões Rotineiras, Programador	Transpetro	8	8
10095357235	213270752	2018-07-03 14:23:28	2018-07-03 14:33:02	Proprietário da carga	mais de 10 anos	Tomo decisões táticas ou estratégicas, Gestor/líder	petrobras	1/2	1
10094990519	213270752	2018-07-03 11:12:54	2018-07-03 11:19:59	Proprietário da carga	mais de 10 anos	Tomo decisões táticas ou estratégicas, Gestor/líder	Petrobras	3	3
10093804878	213270752	2018-07-02 16:39:49	2018-07-02 16:49:39	Armazenador	mais de 10 anos	Tomo decisões táticas ou estratégicas, Gestor/líder		1/5	1/5
10093789645	213270752	2018-07-02 16:31:18	2018-07-02 16:35:14	Armazenador	mais de 10 anos	Tomo decisões táticas ou estratégicas, Gestor/líder		9	1
10093699013	213270752	2018-07-02 15:31:43	2018-07-02 15:38:14	Proprietário da carga	mais de 10 anos	Desenvolvo atividades de controle ou apoio.	Transpetro	1	3
10093570161	213270752	2018-07-02 14:05:43	2018-07-02 14:14:14	Proprietário da carga	mais de 10 anos	Tomo decisões táticas ou estratégicas, Gestor/líder	ULTRACARGO	4	2
10093499170	213270752	2018-07-02 9:40:03	2018-07-02 13:27:14	Proprietário da carga	mais de 10 anos	Desenvolvo atividades de controle ou apoio.	Desenvolvo atividades de controle ou apoio.	1	1
10092220748	213270752	2018-07-01 11:23:52	2018-07-01 11:42:04	Armazenador	de 5 anos a 10 anos	Desenvolvo atividades de controle ou apoio.	Terminais Fluviais do Brasil S.A.	1	1

Respondent ID	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	PRINX MAS	SAXFL	QUALI XPROD T.	USOAT VXPRE ÇO	USOAT VXREC URSO	VAZXE MATM	VAZXT AXAAC	CUSTO TOTAL XPREÇ O	CUSTO TOTAL XCUST OFALH A	CAPVO LXLOC AL.	LOCXG IRO	PRG/O TMXAU T	CONTE SPCXC UMPL ANLOG	CONTE SPCXP ERDAS	ESTAD IAAQU AXDIS PARM	ESTAD IAAQU AXDIS PREC	ESTAD IAAQU AXEST ADIAT ERR	PRODX FLEX AQUA	PRODX FLEXM ODAIS	PRODX FLEX ERR	ANALO UIXBLE NDING	ANALO UIXDI TIVAÇ ÃO	ANALO UIXFO RMULA ÇÃO
10110944957	2	1/7	1	1/6	6	9	3	7	5	1/5	6	3	4	4	7	3	3	4	6	5	7	9	9
10110842484	2	6	1	1/4	1/2	5	1	9	4	1	3	1/3	6	1	1	5	5	1/4	1/3	1/3	1	3	3
10110624596	1/2	8	7	1/4	1/4	9	1/8	1/5	1/5	1/2	2	1/3	4	3	5	5	6	2	1/3	3	7	1/3	3
10108971453	1	6	6	1/7	1	1	1/4	7	7	1/4	1/4	6	6	6	6	1	1	7	1	6	1	3	1
10108824966	1/2	2	2	1/2	2	3	1/3	1/4	3	1/8	6	1/2	5	5	1/2	1/2	9	1/3	1/3	4	1	1	1
10107164279	1/3	1/2	3	1/6	4	7	1/7	9	8	1/5	1/9	1/9	8	6	9	7	9	1/5	5	5	1/2	2	2
10106934892	1/6	1/7	1/3	4	4	1	1	9	3	2	1/2	3	1/2	2	1	1	1	2	1	1	1/2	1/2	1/2
10106879194	1	7	1/5	2	1/9	2	1/9	2	2	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1	1/9	2	1/9	1/9	2	2	2	1/9
10106506082	1/5	1/7	1/7	1/6	5	1	1	5	1/5	6	1/7	1/4	1	1	1	1	1	1/3	1/8	1/2	6	6	6
10105117780	1/2	2	1	1/2	1/2	1	1	2	2	1/2	2	1/2	1/2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1
10104650163	1	1	1	3	1	9	1	1	6	1	1	5	1	1/5	1/5	1	1	1	1	1	1/9	1/9	1/9
10103872546	3	4	1	1	1	8	1/8	5	5	1	3	1	1	1	1	1	7	1	1	1	6	6	6
10103621784	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1/3	3	2	1	3	1	1	2	1	2	1/3	1/3	1/3
10102418797	1/4	5	5	1/9	1/4	1	5	9	5	5	5	5	5	5	5	1	5	1/6	1/6	5	1/6	1/6	1/6
10102344517	1	4	4	6	1/5	1	1	3	3	1/4	1/4	1/4	1	1	5	5	5	1/3	3	1/3	3	3	3
10099668655	3	3	1	1/5	3	1	1	6	6	1	1	1/4	1	1	4	4	4	1	1	1	1	1	1
10099126045	1/3	5	3	3	2	5	1/4	1/5	1/5	6	1/7	1/6	1/5	1/4	5	5	4	5	3	5	1/3	3	1/4
10098995595	1/7	2	1/4	1/9	5	1	1/7	3	1/4	3	9	1	3	1	3	3	3	8	9	9	1/5	1/5	1/5
10098524026	1	1	1	1/3	1/3	4	1/8	1/3	1	1	3	1/3	1	1	4	3	6	3	1/3	1	3	3	3
10097093967	1/2	5	1	1/2	1	2	1	2	1	2	1/2	1/2	1	1	2	1/2	1	2	1/2	1/2	2	2	2
10095765373	1	5	6	1/5	1	9	1	1/5	1/5	1/7	1/3	1/7	1	1	1/6	1/6	1/6	1/6	1/7	1/6	6	1	8
10095561101	1	1	1	1	1	3	9	1	1/9	1/9	9	1/9	1	7	6	1	8	9	1	8	1/8	1/8	1/9
10095425068	1/8	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10095357235	2	1/2	2	1	1	1	1/3	2	1/2	1/2	2	1/2	1	2	1	1	2	2	1/2	2	1	2	1
10094990519	1/4	3	3	1/4	4	1	1	4	4	1/5	1	1	1	1	1	1	1	1/4	1/4	4	4	4	4
10093804878	1/5	7	1	1/6	1/6	3	1	8	8	4	1	1/4	1	1	8	1/4	9	9	1	9	1	1	1
10093789645	1	1/4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10093699013	1/3	1/6	3	1/4	3	7	4	5	5	4	4	5	1/6	1/5	5	5	7	1/7	7	5	1/6	1/6	1/7
10093570161	1/2	1	3	3	3	1	1	2	1/2	3	1/4	1/3	4	1	3	1	1	1	1	1	3	5	4
10093499170	1/4	1/4	4	1/3	3	9	1	1/4	3	3	1/2	1	1	1	5	5	9	1/3	1/3	1/2	1/2	1	1/2
mm 10092220748	1	1/9	1	1	1	9	9	1	1	1	1	1	1	1	1/9	1/6	9	9	9	9	9	9	9