

## **INOVAÇÃO NO PROCESSO DE INSPEÇÃO DE TANQUES DE ARMAZENAMENTO**

**Ketlyn dos Santos Fernandes das Neves**

Faculdade de Tecnologia de Guarulhos

**Alexandre Formigoni**

Unidade de Pós graduação, Extensão e Pesquisa do CPS / Mestrado Profissional em Gestão de Sistemas Produtivos

**Alexandre Gabriel Cardoso Miziara**

MBA - Pecege/ ESALQ

### **Resumo**

A logística bastante dinâmica em terminais portuários requer diferentes soluções envolvendo inovações, sobretudo em seus processos com o propósito de minimizar os custos com lucros cessantes, insumos e mobilizações de pessoal. Este trabalho tem como objetivo apresentar através de um relato de experiência a inovação implementada diante da necessidade de realizar uma inspeção no fundo de um tanque atmosférico de armazenamento com revestimento do tipo “lining”. Esta necessidade surgiu a partir de uma inspeção convencional no fundo do tanque, onde foi identificado um vazamento em algum local da chapa de aço carbono sob a chapa de revestimento “lining”.

Em experiências anteriores a esta com caso semelhante, a solução encontrada foi a retirada de toda chapa de aço inoxidável utilizada de revestimento para a localização da perfuração na chapa de fundo, ocasionando um custo elevado com a reposição deste revestimento e em consequência um lucro cessante do equipamento parado. Diante o exposto, o desafio estava em conseguir localizar a perfuração na chapa estrutural de aço carbono sem remover a chapa do revestimento de aço inoxidável, evitando os custos mencionados anteriormente e agindo diretamente no ponto danificado. Com isto foi realizada uma pesquisa sobre técnicas ultrassônicas e eletromagnéticas existentes no mercado e após análise sobre as características do equipamento e suas necessidades, foi optado pela técnica qualitativa eletromagnética chamada Incotest –“Insulated Component Test”, apropriada para detectar regiões com perdas de material e, nestas regiões indicadas, proceder a remoção do revestimento e realizar medições de espessura e reparos necessários.

Palavras-chave. tanques; inovação, inspeção.

### **Abstract**

The very dynamic logistics in port terminals requiring solutions involving innovations, especially in their processes with the purpose of minimizing costs with lost profits, inputs and mobilization of personnel. This work aims to present, through an experience report, the innovation implemented according to the need to make a declaration at the bottom of an atmospheric storage tank with lining type coating. This need arose from a conventional bridge at the bottom of the tank, where a leak was identified somewhere on the carbon steel plate under a lining coating plate. In previous experiments with a similar case, the solution found was removed from the entire stainless steel sheet used for coating to locate the bottom plate, causing a high cost with the condition of the coating and, consequently, a loss of profit. equipment stopped. Given the above, the challenge was to be able to locate the perforation in the structural steel sheet of carbon steel without removing a sheet from the stainless steel liner, avoiding the previous costs and acting directly at the problem point. With this, a research was carried out on ultrasonic and electromagnetic techniques existing on the market and after analyzing the characteristics of the equipment and its needs, the electromagnetic qualitative

technique called Incotest was chosen - "Isolated component test", suitable to detect regions with losses and, in these regions remove the coating and perform necessary thickness measurements and repairs.

Keywords. tanks; innovation, inspection.

## **Introdução**

O processo de globalização conduziu empresas a cenários dramáticos no que diz respeito ao acesso à informação e a novos mercados, onde há alguns anos a competitividade e excelência eram medidas pela qualidade incluída em produtos e serviços, hoje esse papel passou para a inovação. Definida como meio para garantir a perenidade das organizações, a inovação tornou-se fundamental na corrida pelo sucesso. Assim, conquistar mercado e manter-se competitivo exige um constante movimento em busca do novo, do melhor, do mais rentável, do diferenciado e, ao mesmo tempo em que as organizações se preocupam em maximizar lucros e resultados, torna-se necessário minimizar custos utilizando-se da melhor forma possível os recursos disponíveis. Dessa forma, dentro da sociedade, as empresas consideradas bem-sucedidas são as que investem cada vez mais em processos eficazes de inovação criando, de forma consistente, novos conhecimentos, os disseminando amplamente pela organização e os incorporam rapidamente em novas tecnologias e produtos (TAKEUCHI; NONAKA, 2008).

Um propósito para a coleta de dados de inovação é analisar e compreender melhor essas atividades e sua relação com o crescimento econômico. Isso requer conhecimentos em atividades de inovação que têm um impacto direto no desempenho da empresa (por exemplo, no aumento da demanda ou em custos reduzidos), e das causas que afetam sua capacidade de inovar. Outra razão é proporcionar indicadores para cotejar o desempenho interno com as melhores práticas existentes. Ambos informam os formuladores de políticas e permitem a comparação com os principais concorrentes. Existe uma necessidade de coletar novos indicadores, mas também um desejo de manter os indicadores existentes para comparações ao longo do tempo.

Uma empresa pode realizar diversas mudanças em seus métodos de trabalho, seu uso de fatores de produção e os tipos de resultados que aumentam sua produtividade e/ou seu desempenho comercial. O Manual de Oslo, documento criado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico [OCDE] com o objetivo de padronizar conceitos e estabelecer indicadores para Pesquisa & Desenvolvimento [P&D] de países industrializados, afirma que existem quatro tipos de inovações que encerram um amplo conjunto de mudanças em atividades das empresas: inovações de processo, inovações de produto, inovações de marketing, inovações organizacionais.

Para este trabalho, através da metodologia do relato da experiência, serão aplicados conceitos do tipo de inovação de processo. A Inovação de processos é a introdução de um novo método de produção ou distribuição, ou a melhora significativa de um já existente, incluindo modificações em equipamentos, técnicas, ou softwares. Normalmente têm como objetivo a redução de custos, melhora da qualidade ou produção de novos produtos (MANUAL DO OSLO, 1997).

Por fim, o trabalho objetiva demonstrar a metodologia de implementação do desenvolvimento de um projeto ágil através da técnica de “Design Thinking”. Partindo da necessidade de realizar uma inspeção no fundo de um tanque atmosférico de armazenamento com revestimento do tipo “lining”, onde foi identificado um vazamento em algum local da chapa de aço carbono sob a chapa de revestimento “lining, e com a realização de pesquisas sobre técnicas ultrassônicas e eletromagnéticas, análises sobre as características do equipamento e suas necessidades, optou-se pela técnica qualitativa eletromagnética chamada Incotest –“Insulated Component Test”, adequada para detectar regiões com perdas de material e, com isso, atuar na remoção do revestimento e efetuar medições de espessura e reparos necessários afim de uma maior rapidez no processo e de um baixo custo em relação ao método convencional usualmente utilizado.

## **Fundamentação teórica**

### **Inovação**

A globalização, o avanço das tecnologias, o aprimoramento nos processos de produção e logística e a grande competitividade entre as empresas fizeram com que estas buscassem novas formas de organização para lidar com cadeias de fornecimento global para diferenciarem o modo de apresentação de seus produtos/serviços. Desse modo a inovação se tornou de suma importância para a sobrevivência das empresas.

A inovação é uma iniciativa, revolucionária ou modesta, que surge como uma novidade para o mercado e para a empresa e que, quando aplicada na prática, traz resultados econômicos para a organização, sejam eles ligados à tecnologia, processos, gestão ou modelo de negócio (SIMANTOB e LIPPI, 2003).

Bessant e Tidd (2009) ressaltam que “a inovação é uma questão de organização de diferentes peças de um quebra cabeça do conhecimento e, sobretudo, de equilibrar a criatividade com a disciplina de efetivamente fazer com que as coisas aconteçam”.

Para a inovação ter resultados impactantes, as organizações e seus diversos métodos de gestão devem estar em alinhamento com as diferentes estratégias de inovação. Isso significa examinar processos internos e as suas estruturas organizacionais, compreendendo a inovação como um dos processos estratégicos e críticos da empresa, assegurando que a liderança na empresa tenha competências e habilidades suficientes para estimular o ambiente de inovação (HIGA, 2011).

As organizações adotam a inovação de processos quando visam melhorar o fluxo de trabalho, a fim de proporcionar grande eficiência, flexibilidade e qualidade às operações, também buscam reduzir custos eliminando atividades desnecessárias, visam o processamento e disseminação das informações para a tomada de decisões, integram empresa/fornecedor com o objetivo de reduzir custos com materiais, agregar valor aos produtos e serviços direcionados aos clientes, melhorar a qualidade e aumentar a receita em função da quantidade produzida. Por fim, a inovação é adotada com a finalidade de melhorar a lucratividade de maneira total, reduzindo custos, aumentando receita e aumentando a satisfação do cliente (SOARES *et al.*, 2006).

## Design Thinking

O Design Thinking pode ser analisado como um modo de ver, que se retira do pensamento analítico e entra numa nova forma de ver o mundo das organizações, com abordagem voltada ao ser humano e nas observações do comportamento dos consumidores. É um processo exploratório de ideias e novos direcionamentos, além disso, o Design Thinking vem sendo o responsável por ressaltar a importância da introdução do pensamento criativo em um negócio, aceitando as limitações e restrições, pois estas constituem o fundamento do design Thinking. “As restrições podem ser mais bem visualizadas em função de três critérios sobrepostos para boas ideias”, a praticabilidade que se refere ao que é funcionalmente possível num futuro próximo; a viabilidade é o que se adequa ao modelo de negócios da organização; e a desejabilidade o que desperta o interesse das pessoas, o que faz sentido para elas (BROWN, 2010).

Entretanto, entende-se também por Design Thinking, um método que tem comportamento criativo e prático quando utilizado para resolução de gargalos ligados a concepção de projetos, que tem sido investida por diversas organizações. Tudo com o objetivo de buscar implementar inovação nos negócios e/ou processos, por meio dos produtos e serviços (GRANDO, 2011).

O Design Thinking surgiu a partir da necessidade de novos métodos para o desenvolvimento da inovação, o que resulta numa abordagem centralizada ao indivíduo inserido na multidisciplinaridade imposta pelos novos pensamentos e processos cada vez mais aprimorados (VIANNA *et al.*, 2012)

No atual cenário de competição global, o obstáculo de se diferenciar em relação à concorrência exigia das empresas algo além da excelência de performance ou superioridade tecnológica. O Design Thinking surge como uma alternativa criativa para negócios, que impulsiona uma gestão mais moderna e eficaz na direção de mudanças organizacionais (VIANNA *et al.*, 2014)

O Design Thinking tem o poder de promover, estimular a inovação e transformar organizações e até mesmo sociedades através de seus métodos. Para tal feito é

importante compreender o papel do design e seu efeito através do pensamento multidisciplinar, a fim de se delimitar a área do design e suas relações com a gestão, os negócios, a inovação e com isso tudo a cultura material do qual se inclui (DESCONSI, 2012).

A organização que opta adotar a metodologia do Design Thinking se caracteriza pela quantidade de protótipos gerados oriundos do ciclo de etapas proposto pela metodologia, induzindo a melhoria contínua do projeto a partir da evolução do mesmo frente aos demais projetos onde não se aplicavam o Design Thinking (BROWN, 2009).

Sob outra perspectiva, pode-se destacar que a utilização desta metodologia ocasiona no aumento da competitividade e eficiência local bem como nos produtos e/ou serviços das empresas através da inovação aplicada aos negócios. Diante disto, se tem o aprimoramento do cenário organizacional por meio do aprimoramento do conhecimento das técnicas e ações ligadas a compreensão do problema em questão (MARTIN,2009).

A aplicação do Design Thinking pelas empresas possibilita uma nova maneira de resolver os problemas identificados e, como consequência, o avanço em pesquisas associadas a problemática, ou seja, tem-se a facilidade de visualizar soluções do tipo inovadoras e também rentáveis do ponto de vista técnico (NITZSCHE,2012).

O Design Thinking é a reunião de três qualidades: pensamento, raciocínio e pesquisa, onde o objetivo é envolver os consumidores, os empresários e os designers em um processo de integração, o qual pode ser aplicado a serviços produtos, e projetos de negócio. O Design Thinking é o uso da sensibilidade de um designer e de seus métodos para resolver problemas, independente de quais sejam, com o objetivo de inovar, esclarecendo frentes difusas, buscando sentido para resolução de problemas (LOCKWOOD, 2010).

Partindo da ideia, “todos nós somos mais inteligentes que qualquer um de nós”, percebe-se que no Design Thinking o pensamento individual é substituído pelo coletivo e assim os autores acreditam ser possível expandir conhecimentos (KIELING *et al.*, 2013, p. 10).

Diante dos pressupostos elencados anteriormente, pode-se observar que uma das principais características que diferencia o Design Thinking de outros métodos para gerar inovação é a capacidade de descobrir o que as pessoas desejam e satisfazer essas necessidades, ou seja, achar soluções para os problemas colocando as pessoas em prioridade.

## **Materiais e métodos**

O presente trabalho foi desenvolvido através da metodologia de estudo de caso, aplicado em uma empresa do setor Químico, para a manutenção de tanques no terminal portuário, no qual foi utilizado o “framework” Scrum Ágil.

## **Resultados e discussão**

### **Identificando a Necessidade**

Este trabalho consiste na localização exata de uma possível perfuração no fundo do tanque de armazenamento através de uma inovação tecnológica que não seja a forma convencional.

A forma convencional encontrada no mercado seria a remoção total do fundo de revestimento para acessar o fundo estrutural, identificar o possível dano e repará-lo. O fundo de revestimento de 200 metros quadrados [m<sup>2</sup>] e aproximadamente 10.000 quilogramas [kg] impactaria em um alto custo de mão-de-obra e tempo de equipamento parado no mínimo de 100 dias para orçamentação no mercado, contratação e execução dos serviços. O índice para troca do fundo é de 0,2 homens x hora [Hh] / quilograma [kg][Hh/kg] (Borotta, 2002), sendo assim, teremos:

- $0,2 \text{ Hh/kg} * 10.000 \text{ kg} = 2.000 \text{ Hha}$  um preço médio de R\$ 90,00 por hora.
- Total Mão de Obra R\$ 176.632,00

## O Processo do “Design Thinking”

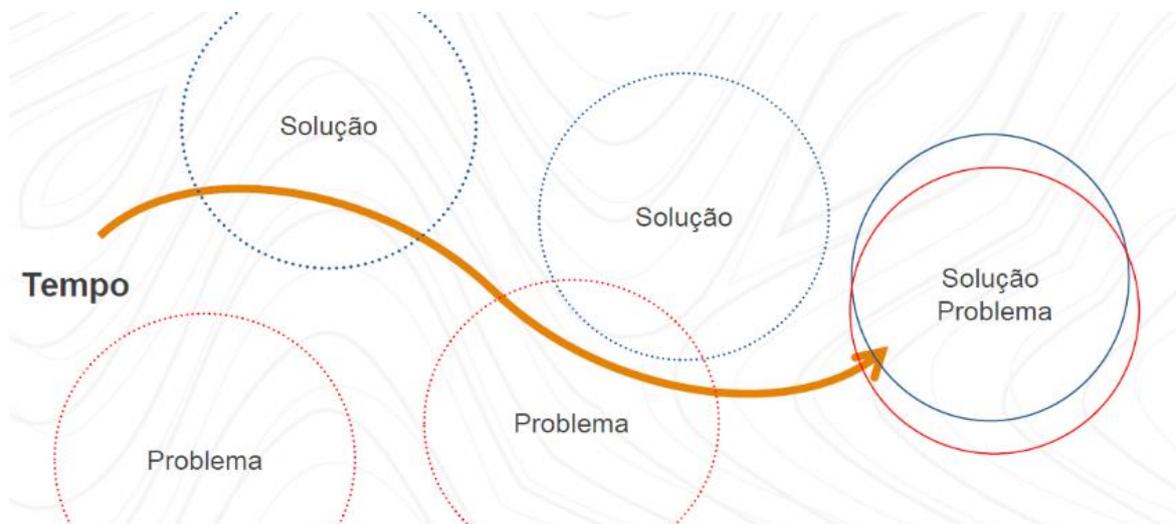
O processo criativo do “Design Thinking” deve sempre estimular a experimentação e colaboração visando reduzir os riscos no processo de implementação da inovação. Com isto, busca-se sempre olhar para alguma coisa que não está na cena, deslocando o olhar do cenário convencional para vislumbrar cenários futuros.

A técnica “Design Thinking” integra três partes:

- Praticabilidade – O projeto deve ser tecnologicamente possível;
- Viabilidade – O projeto deve ser viável e se tornar parte de um modelo de negócio sustentável;
- Desejabilidade – O projeto deve antecipar os desejos e as necessidades do consumidor.

Dessa forma é de suma importância oferecer espaço ao olhar humano, para que ideias emergam sem prejulgamentos, na solução de problemas conforme Figura 1 (Maria Augusta Orofino – Design Thinking HSM Academy, 2018).

Figura 1 - Modelo de Experimentação



Fonte: Orofino (2018)

Um dos métodos mais utilizados no processo do “Design Thinking” é o Duplo Diamante, uma fase da técnica que sugere ao designer encontrar novas possibilidades para a solução do problema e não escolher a primeira opção antes de verificar outras. Nele são projetados 4 triângulos que se assemelham sobretudo a diamantes, e cada um representa uma etapa do processo, que foi desenvolvido para expandir e refinar a busca por soluções, bem como o pensamento divergente e convergente.

### Descobrir

Nesta primeira etapa, demonstrada na Figura 2, é iniciada a partir de um desafio, um problema ou uma necessidade das pessoas e, a partir do pensamento divergente são analisadas diversas questões sobre o assunto com a finalidade de entender o contexto no qual ele se encontra. Todo processo de “design” começa com um problema específico e intencional a ser resolvido; ele é chamado de desafio de “design”.

Um desafio necessita ser passível de entendimento, ação, abordagem e deve ter uma finalidade clara – nem tão grande nem tão pequeno, nem tão simples ou tão vago. Com a preparação correta, essa fase pode ser um abrir de olhos, proporcionando um bom entendimento do desafio.

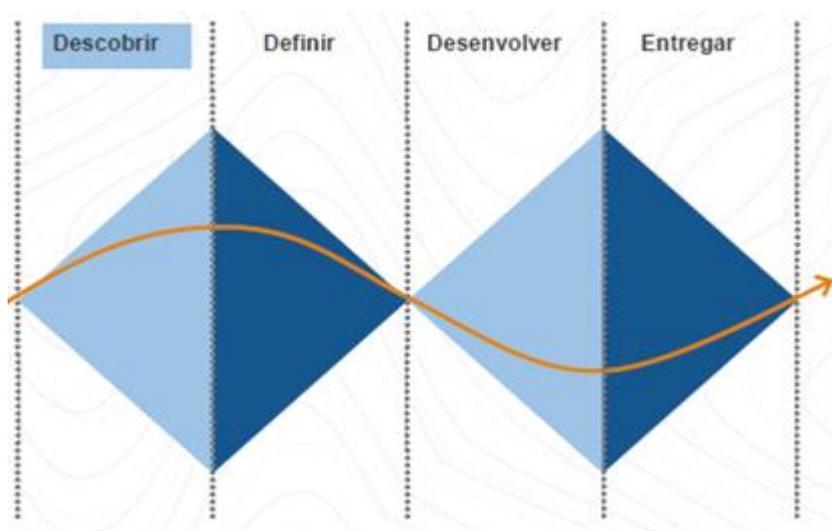


Figura 2 - Duplo Diamante: Descobrir

Fonte: Orofino (2018)

### **Equipe Dedicada**

A proposta de montagem de equipe dedicada ao projeto foi prontamente atendida pelo cliente interno e foram disponibilizados alguns colaboradores. A equipe foi composta por um técnico de segurança, um inspetor de equipamentos, dois supervisores de operação, um coordenador de manutenção e um consultor de integridade de equipamentos.

Para esta etapa do processo, deve-se descrever o entendimento do desafio e compartilhar o que cada integrante entende sobre o problema em análise. Foi escrito o problema, buscado o entendimento comum sobre o tema de estudo sob diferentes perspectivas e definido o principal “stakeholder” do problema, que são todos os colaboradores envolvidos na gestão de operação do terminal.

Logo após o estudo, foi utilizada a metodologia da matriz CSD sigla que significa Certezas, Suposições e Dúvidas, é uma ferramenta iniciadora de projetos que funciona a partir de três questões fundamentais:

1. Certezas - São as informações que nos parecem dominadas, sobre as quais temos certezas;
2. Suposições - São as informações que não temos e não aparentam necessárias.
3. Dúvidas - São as informações que não temos, mas necessitamos ou queremos ter.

Com a Matriz CSD, podemos definir em quais pontos exatos devemos focar e concentrar nossos esforços no projeto, como demonstrado na Figura 3. Com isso, o resultado da análise realizada foi que: “O longo período do reparo convencional gera

um grande impacto na operação do terminal, além de ser considerado um serviço com um custo elevado e que uma nova técnica de inspeção que seja assertiva em detectar o local da falha, minimizando o tempo e custo do reparo, causaria uma impressão positiva na companhia. Para uma maior eficiência nesta inovação, o tempo ideal para reparo deve estar compreendido entre 2 e 5 dias”.

O resultado foi apresentado e validado por toda a equipe que participou do processo e dado o prosseguimento no projeto.

Figura 3 - Matriz CSD: Certezas, Suposições e Dúvidas

MATRIZ CSD		
CERTEZAS	SUPOSIÇÕES	DÚVIDAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- TANQUE PERFURADO;</li> <li>- TÉCNICA ATUAL DEMORADA E ONEROSA;</li> <li>- MÉTODO DEVE SER PRECISO NA DETECÇÃO DO FURO</li> <li>- TÉCNICA DEVE "ENXERGAR" ALÉM DA CHAPA DE AÇO INOXIDÁVEL (REVESTIMENTO DO TIPO LINNING)</li> <li>- SERÁ UMA TÉCNICA DE ENSAIO VOLUMÉTRICO OU ELETROMAGNÉTICO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PERFURAÇÃO PRÓXIMA AO LOCAL DE VAZAMENTO</li> <li>- ALINHAMENTO DE 2 TÉCNICAS DE INSPEÇÃO?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EXISTE TÉCNICA QUE DESCONTE O VAZIO ENTRE A CHAPA DE AÇO INOXIDÁVEL E A CHAPA DE AÇO CARBONO?</li> <li>- EMPRESA BRASILEIRA?</li> <li>- ENSAIO VOLUMÉTRICO OU ELETROMAGNÉTICO?</li> </ul>

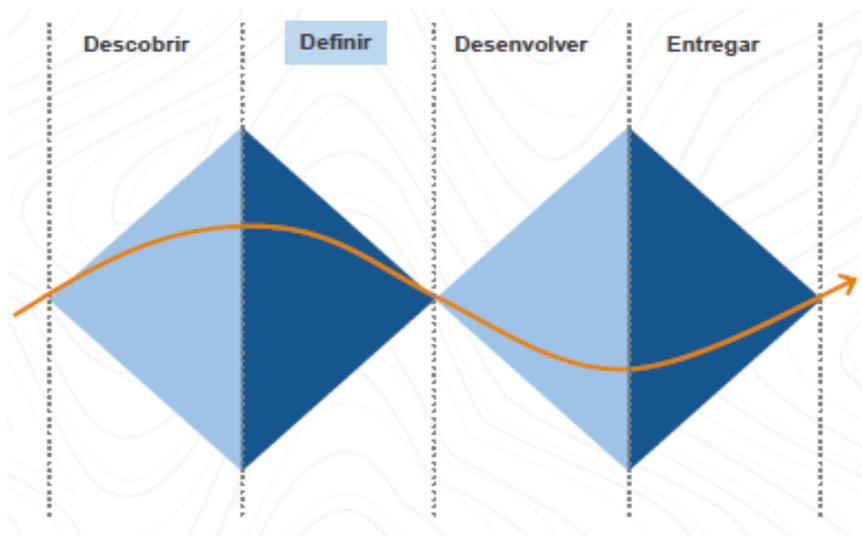
Fonte: Orofino (2018)

### Definir

A etapa definir, demonstrada na Figura 4, estabelece o foco de analisar a situação do tema em estudo. Nessa etapa procura-se por significados e temas, explica-se as descobertas obtidas na etapa anterior, busca-se por “insights” e define a persona que represente um grupo de pessoas.

Essa fase também se dá pelo pensamento convergente, ou seja, nela, os pensamentos divergentes da primeira fase serão “enxugados” a fim de se obter somente algumas perspectivas sobre o problema inicial.

Figura 4 - Duplo Diamante: Definir



Fonte: Orofino (2018)

## Personas

Personas são perfis fictícios que caracterizam um grupo específico de pessoas, com base em seus interesses e características em comum, trazendo um 'personagem' com o qual as equipes de design e de projeto possam 'se envolver'. Criar personas é especialmente útil na geração e validação de ideias para um negócio (VIANNA, M, 2012).

Os principais pontos a se observar no desenho da persona são:

1. Ajuda a sintetizar o que foi levantado na pesquisa de campo, dando ênfase às características, aos sentimentos e aos comportamentos mais relevantes do público identificado;
2. Permite que o nosso relacionamento com ele ocorra de forma empática, elucidando como prosseguir para criar uma solução;
3. As personas refletem padrões observados;
4. Foco no estado atual e não no que as pessoas querem (futuro);

5. Refletem a realidade e não o que é ideal;
6. Conseguem descrever um caminho possível para a solução futura.

### **Definição da Persona**

Depois de toda a pesquisa, finalmente definiu-se um perfil da persona como a descrita abaixo:

Nome: Operágil.

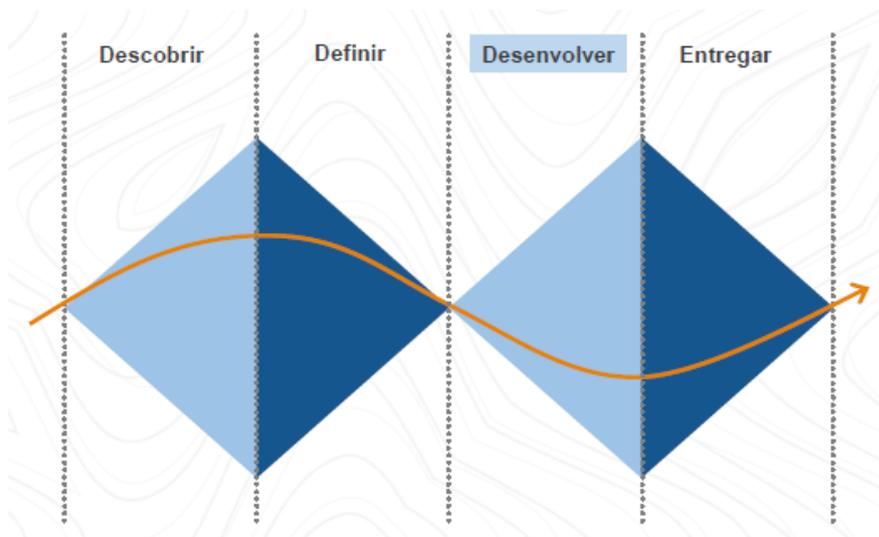
Características: Dinâmico, ágil, orientado a resultados. Ávido por inovação, e decidido. Grande capacidade de adaptação a mudanças. Valoriza a colaboração. Visão estratégica de longo e curto prazo. Desfruta dos momentos em família e de vida social com amigos.

### **Desenvolver**

É o momento para estabelecer desenvolver, testar e avaliar algumas ideias passíveis de entrega ao cliente, conforme etapa apresentada na Figura 5. A ideação é um processo criativo para gerar diferentes ideias com possibilidades de êxito ao selecionar as melhores, e objetiva:

- Ir além das soluções óbvias, aumentando o potencial de inovação da solução;
- Aproveitar a colaboração e os pontos fortes de suas equipes;
- Descobrir as áreas de exploração inesperadas;
- Criar flexibilidade (variedade) e fluência (volume) de ideias (Maria Augusta Orofino – Design Thinking HSM Academy, 2018).

Figura 5 - Duplo Diamante: Desenvolver



Fonte: Orofino (2018)

## “Brainstorming”

No processo de [Ideação](#), “Brainstorming” é uma abordagem rica que gera ideias em cima de questões com bastante relevância que nasceram durante as fases de [Imersão](#) e de Análise. Para que ela seja direcionada e focada na solução criativa de oportunidades identificadas, pode-se utilizar os dados brutos de campo e/ou [Personas](#) para estimular a equipe.

Além disso, é preciso estar atento a alguns preceitos ou regras gerais:

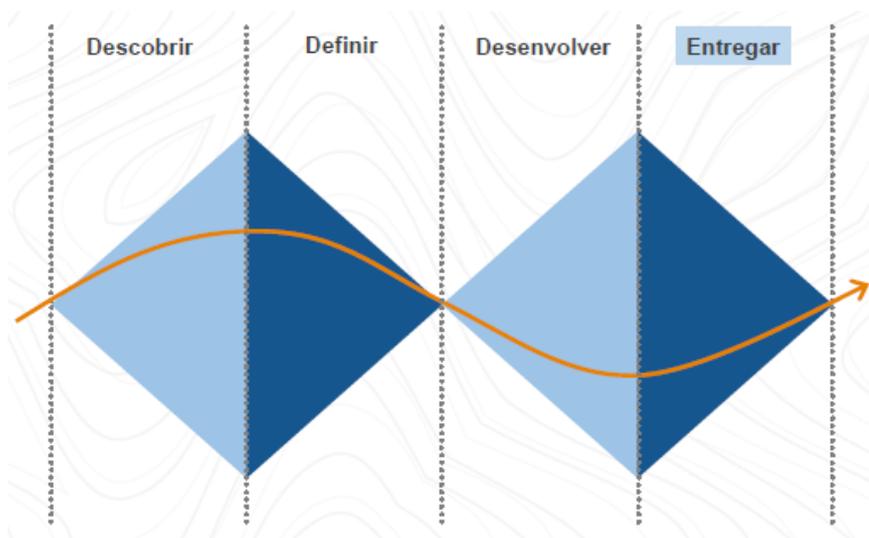
- Qualidade pela quantidade - A qualidade e a assertividade das ideias se atingem através da quantidade. Quanto maior a quantidade das ideias desenvolvidas pela equipe, maior é a chance de executar uma solução inovadora e funcional.
- Evitar julgar as ideias - O foco deve estar em aprimorar e produzir ideias, adiando a avaliação para um momento posterior.
- Ideias ousadas são bem-vindas - Novas ideias ou diferentes ângulos de uma mesma ideia podem gerar soluções inovadoras, sem deixar o senso crítico inviabilizar o debate e o desenvolvimento da ideia.

- Combinar e aprimorar ideias - O “Brainstorming” deve ser 100% colaborativo. As ideias podem ser combinadas, transformadas, adaptadas, e desmembradas em diversas outras por qualquer membro da equipe (Maria Augusta Orofino – Design Thinking HSM Academy, 2018).

## Entregar

Etapa demonstrada na Figura 6 que consiste em vivenciar a experimentação e, a partir da idéia selecionada, apresentá-la para um número significativo de potenciais usuários, colher feedbacks e providenciar os possíveis ajustes.

Figura 6 - Duplo Diamante: Entregar



Fonte: Orofino (2018)

## Elaboração de Protótipos

Construir protótipos significa tornar as ideias tangíveis, aprendendo enquanto as construímos e as compartilhamos com outras pessoas. Mesmo protótipos iniciais e precários, permitem receber uma resposta direta e aprender a melhorar e refinar uma idéia original (Maria Augusta Orofino – Design Thinking HSM Academy, 2018).

Para o projeto foi decidido pela equipe um protótipo do tipo Piloto, que se tratou de um teste no equipamento selecionado que atendia as expectativas da persona, cujas especificações técnicas estão descritas no próximo item.

### **Primeiras Inspeções**

No início de 2018 com a oportunidade de parada do tanque, foi elaborado um procedimento para realização de inspeção da estanqueidade objetivando a verificação de defeitos passantes tanto no “lining” quanto no fundo de aço carbono. A inspeção identificou um vazamento de nitrogênio pela base concreto externa (anel de concreto) o que indicou vazamento pelo fundo carbono.

Com o intuito de garantir a estanqueidade do tanque, as chapas de “lining” foram inspecionadas 100% através de líquido penetrante e o tanque foi liberado para operação.

Estudo para inspeção do fundo de aço carbono sem a necessidade de retirada completa das chapas de “lining” do fundo.

Inspeção por INCOTEST (ensaios por fugas de fluxo magnético) para mapeamento da área e identificação qualitativa dos pontos de interesse.

### **Técnica Selecionada - Incotest–“IN sulated COmponet TEST”**

Após o levantamento das principais modalidades de inspeção realizadas para o cenário existente (inspeção da chapa de carbono sem a necessidade de remoção do revestimento de inox) e outras características descritas anteriormente, a técnica de inspeção Incotest (ensaios por fugas de fluxo magnético) foi escolhida como mais adequada, levando em consideração a quantidade de barreiras para o mapeamento.

ApplusRTD Incotest “IN sulated COmponent TEST”, um sistema que utiliza correntes parasitas é um método efetivo, rápido e rentável para detecção de Corrosão Sob Isolamento, do inglês “Corrosion Under Insulation” [CUI], Corrosão sob revestimento anti-chamas, do inglês “Corrosion Under Fireproofing” [CUF], ou Corrosão Acelerada

por Fluxo. A técnica não requer remoção do isolamento, anti-chamas ou cracas marinhas para obter leituras de espessura. Os resultados são recebidos imediatamente e podem ser levados ao cliente no mesmo dia do teste.

A sonda Incotest (bobina) é colocada na superfície do objeto em teste e a bobina é energizada, atraindo um campo magnético no objeto em teste limitado às dimensões da sonda. Quando o campo é desligado, uma corrente parasita se propaga através do material gerando uma assinatura eletrônica para o material que é medido pelo software Incotest. A bobina de recepção monitora e mede o tempo gasto para o campo de correntes parasitas ser gerado e decair então converte este tempo em distância, ou espessura baseado num valor de referência.

Para leituras concretas de espessuras serem dadas, um ensaio por ultrassom deve ser realizado no ponto de referência do componente. Este valor é gravado no arquivo do teste e cada leitura é automaticamente recalculada como uma média absoluta da espessura da parede em relação ao valor de referência.

Leituras são mostradas no computador imediatamente, dando ao operador a oportunidade para validar a leitura ou refazer o ensaio antes de mover para o próximo ponto. Esta validação imediata salva um tempo significativo por evitar a necessidade de se efetuar “downloads” para visualizar os resultados. Outro sistema de teste pode requerer numerosos “downloads” para cada componente em ordem a validar as leituras. Isso pode adicionar mais de 50% ao tempo que isso toma para realizar o mesmo trabalho requerido pelo Incotest.

No decorrer de um projeto, isso pode resultar numa quantidade substancial de recursos.

Com o sistema Incotest não há necessidade de remover o isolamento do componente, preparar a superfície e realizar leituras por Ultrassomere-isolar. Na realização de inspeção em serviço nos componentes com o Incotest em uma planta de tubulações, as

informações do ensaio são utilizadas como base para a definição de onde focar os custos para inspeções mais detalhadas (Ultrassom), permitindo o planejamento de

reparos que são agendados dentro do plano de parada de serviço substituindo intervenções não planejadas para remoção de defeito

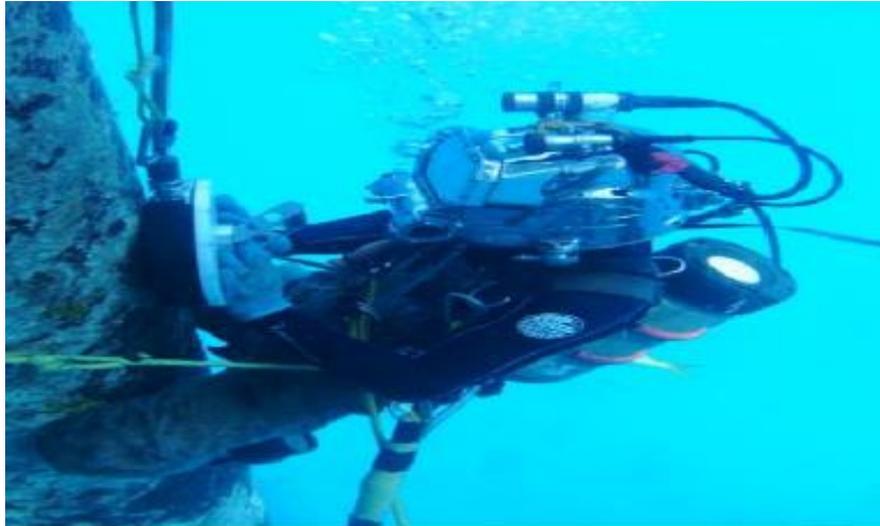


Figura 7 - Incotest

Fonte: Autores

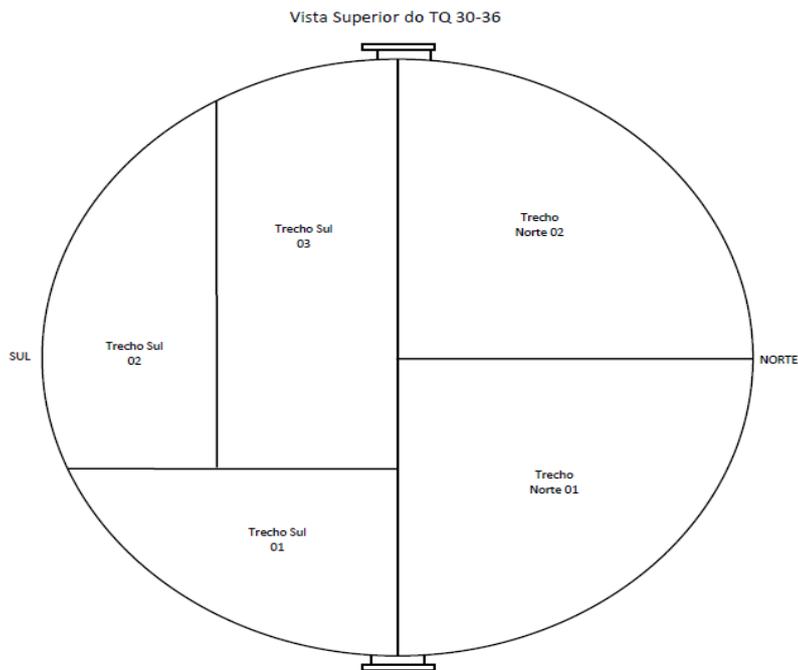
### **Processo de Inspeção**

Uma inspeção por RTD-INCOTEST® é realizada de acordo com um exame através da divisão do local em formato de grade. O tamanho dessa grade depende do objeto a ser examinado, do tamanho da sonda e deve ser acordado previamente com o cliente.

Para a realização uma inspeção com 100% de cobertura, uma sobreposição da sonda entre 10 a 15% deve ser aplicada.

O fundo do tanque foi dividido em trechos para uma análise mais assertiva conforme Figura 8, por se tratar de uma superfície de grande diâmetro.

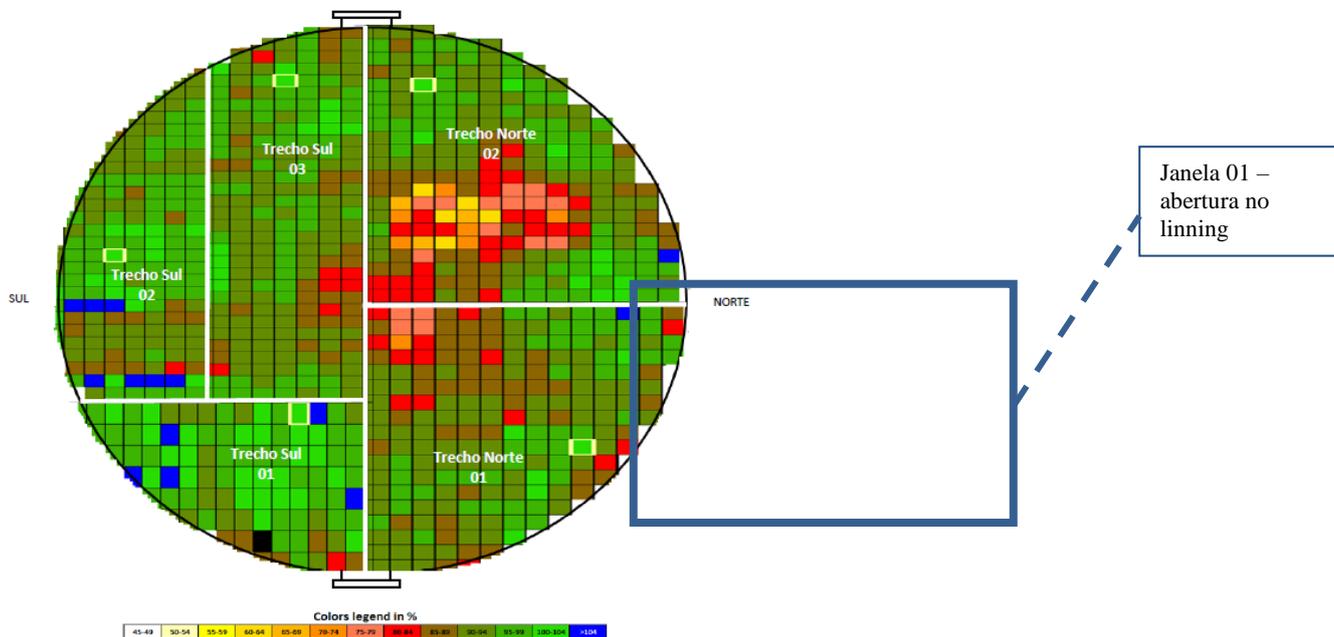
Figura 8 - Esquema de Divisão do Fundo do Tanque para Realização do Incotest



Fonte: Autores

A configuração da grade do fundo do tanque foi definida conforme Figura 9.

Figura 9 - Configuração da Grade do Fundo do Tanque para Inspeção pelo Incotest



Fonte: Autores

### Resultado do Incotest:

- Trecho Sul: Apresentou pouca perda de massa nas chapas de aço carbono e pontos isolados variando em torno de 25% de perda, identificado na cor vermelha e, portanto, não foi cogitada a abertura do lining neste trecho.
- Trecho Norte 01: Foi encontrado uma redução de espessura de até 28% na célula C2, conforme figura 10.
- Trechos Norte 02 : Áreas laranjas e amarelas apresentaram redução alta de espessura na região verificada pelo Incotest. Foi encontrado uma redução crítica de espessura de até 38% na célula H5 e I3, conforme figura 11.

Figura 10 - Resultados do Trecho Norte 01

AWT	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	82	87	81	86	90	92	91	90	90	87	90	92	91	90	96	92	93	90
2	75	75	72	83	91	93	84	89	91	92	96	96	95	95	88	93	90	92
3	78	79	81	83	86	87	81	91	92	90	93	93	95	93	93	98	94	91
4	85	85	87	85	92	85	90	92	87	92	93	96	93	91	86	89	90	85
5	84	89	88	86	89	86	91	92	89	94	94	97	85	95	92	92	89	84
6	87	85	85	82	88	87	91	90	87	94	93	96	92	96	92	90	85	86
7	96	94	94	91	92	87	89	84	100	98	96	94	94	95	98	100	0	0
8	95	94	95	87	89	87	94	90	97	96	94	102	100	98	97	0	0	0
9	94	96	96	90	95	89	93	88	99	95	99	97	93	91	0	0	0	0
10	97	95	95	91	91	90	93	90	98	100R	92	87	89	0	0	0	0	0
11	99	98	94	98	98	92	94	94	91	94	84	89	0	0	0	0	0	0
12	105	99	96	102	97	90	90	95	89	83	0	0	0	0	0	0	0	0
13	95	96	94	95	89	91	86	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	86	84	96	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95-99	100-104	> 104
Níveis críticos de espessura RESTANTE ESPESSURA								Níveis aceitáveis de espessura RESTANTE ESPESSURA				

**100** = Ponto de Referência

**N** = A qualidade do sinal é insuficiente para a avaliação (validação)

**Legenda**

- B** = Bocal                      **T** = oleoduto                      **Sc** = Andaime
- I** = inacessível                      **S** = Suporte                      **O** = Obstáculo
- X** = Não Inspeccionado                      **G** = Garganta

Fonte: Autores

Figura 11 - Resultado do Trecho Norte 02

AWT	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	83	80	88	90	92	96	93	90	87	89	91	93	93	98	98	95	96	89	96	96	90
2	80	81	87	85	73	80	71	69	85	89	91	95	96	96	94	92	90	93	90	88	90
3	83	80	84	79	69	83	80	78	62	85	94	94	100	99	98	96	100R	91	96	96	93
4	92	88	90	89	64	83	63	79	70	86	93	94	94	95	95	96	99	99	93	97	92
5	86	87	87	86	70	71	66	62	85	86	91	90	96	92	93	96	91	93	96	95	0
6	82	86	85	82	83	79	63	76	84	82	83	88	89	92	92	91	92	93	93	91	0
7	99	92	94	87	81	88	80	79	79	83	88	83	89	94	96	93	101	96	95	0	0
8	98	95	92	94	79	82	81	79	77	87	93	93	95	96	94	96	96	92	0	0	0
9	97	93	97	94	77	80	72	76	81	90	98	100	99	97	93	98	93	0	0	0	0
10	98	100	99	95	85	81	87	84	85	90	98	99	98	90	90	0	0	0	0	0	0
11	100	99	101	100	96	95	94	93	92	92	97	96	90	97	0	0	0	0	0	0	0
12	104	104	99	97	93	91	92	90	89	91	92	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	99	99	99	99	95	89	87	91	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	96	91	98	114	88	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95-99	100-104	> 104
Níveis críticos de espessura RESTANTE ESPESSURA							Níveis aceitáveis de espessura RESTANTE ESPESSURA					

Fonte: Autores

Abertura de janela e remoção do revestimento, no trecho norte 02 de 2x2 metros na região mapeada pelo Incotest para análise, conforme figura 12.

Figura 12 - Área de Abertura e remoção do Revestimento

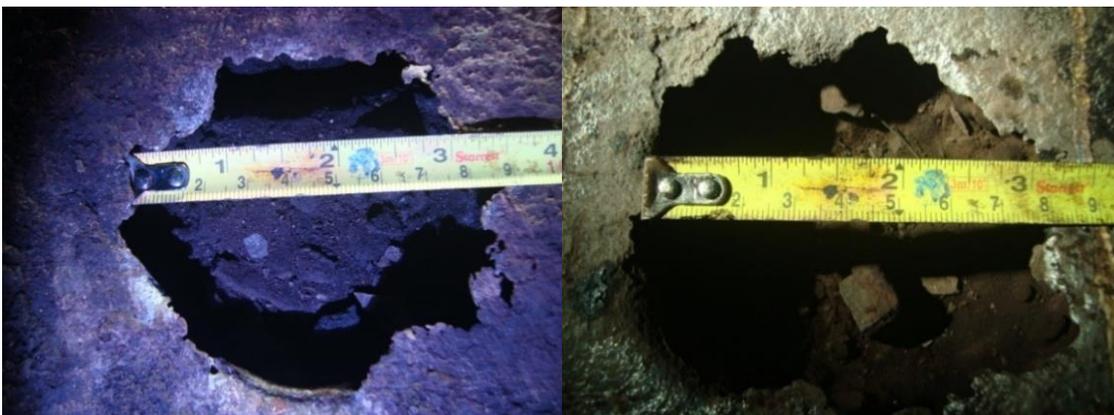


Fonte: Autores

### Defeitos Encontrados

A Figura 13 apresenta perfuração na chapa de aço carbono resultado de corrosão alveolar externa (solo tanque) em cerca de DN de 3 polegadas (~75 mm) e reduções de espessura com aproximadamente DN 6 polegadas (~150mm) adjacentes ao furo variando de 1,91 a 2,7 mm, reduções já esperadas devido as características de uma corrosão alveolar.

Figura 13 - Perfurações Encontradas no Fundo de Aço Carbono sob o Revestimento



Fonte: Autores

A Figura 14 mostra a detecção de perfurações alongadas variando entre 100 e 150 mm em seu maior comprimento proveniente de corrosão alveolar externa.

Figura 18. Perfurações Alongadas no Fundo de Aço Carbono



Fonte: Autores

A terceira perfuração encontrada com aproximadamente DN 2 polegadas e mapeamento das áreas adjacentes conforme Figura 15:

Figura 15 - Perfurações Encontradas no Fundo de Aço Carbono sob o Revestimento



Fonte: Autores

### Procedimento de reparo do fundo carbono:

Na Figura 16, mostra a realização dos reparos no fundo de aço carbono do tanque com chapas sobre postas soldadas atendendo as recomendações da norma API 653 e inspecionados por ensaio visual de solda e líquido penetrante.

Figura 16 - Reparos no Fundo do Tanque



Fonte: Autores

A figura 17 - apresenta o resultado do fechamento das chapas de aço inoxidável do revestimento do tipo lining com processo de soldagem “Gas-Shielded Tungsten Arc Welding” [GTAW] seguido da inspeção por ensaio de líquido penetrante.

Figura 17 – Fechamento e Ensaio realizado na Chapa do Revestimento



Fonte: Autores

## Inspeção Final

Após conclusão dos reparos, foi realizada inspeção por teste pneumático inserindo nitrogênio pressurizando o espaço da interface do revestimento do tipo lining pelo fundo carbono com 300 gramas por centímetro quadrado [gf/cm<sup>2</sup>] de pressão e monitorando vazamentos através de queda de pressão nos manômetros instalados em meias luvas instaladas na chapa do revestimento.

Com a pressão estabilizada e passado o tempo de teste de 120 minutos, o trabalho foi considerado aprovado e tanque liberado para operação.

Diante o sucesso da inovação implementada, o procedimento de inspeção de tanques da companhia foi revisado e adotada a inspeção pela técnica do Incotest para os tanques revestidos com lining para monitoramento do fundo de aço carbono.

O ensaio através do teste pneumático foi incluído também no escopo de inspeção para tanques com revestimento do tipo lining e com isso aberto um documento de solicitação de mudanças através de um controle de mudanças “Management of Change” [MOC] para instalação de pontos de testes fixos no lining, para realização deste novo teste de estanqueidade.

Com o trabalho concluído, os resultados obtidos foram os seguintes:

- Custo da inspeção convencional com remoção do “lining” no fundo do tanque e recomposição do revestimento: R\$ 340.000,00. Este custo inclui todo gerenciamento da contratante, material para substituição do fundo removido e mão de obra;
- Custo da inspeção através de técnica do Incotest com a detecção assertiva da região de abertura do lining e reparos: R\$ 40.000,00;
- O período para conclusão do serviço através do método convencional foi estimado em 40 (quarenta) dias;
- O tempo para conclusão do serviço através do método inovador Incotest foi de 9 (nove) dias.

Com a aplicação da inovação foi evitado um lucro cessante por indisponibilidade para este tanque na companhia de 31 dias, onde isto representa um montante de R\$ 700.000,00 em faturamento.

Com a demonstração dos resultados podemos concluir que além de uma economia ao caixa da empresa de um custo não planejado mais lucro cessante de aproximadamente 96% em relação ao método convencional, o investimento de uma inovação tem o poder de romper paradigmas e determinar processos e práticas mais eficientes que irão perdurar dentro da companhia por um longo período e gerar resultados expressivos por se tornar uma sistemática corporativa.

## **Conclusão**

Alinhado ao escopo e premissas definidas para este trabalho, o conceito de inovação associado ao método de projeto ágil se mostrou extremamente eficaz no alcance do objetivo do projeto, pois a celeridade aliada ao baixo custo em relação ao método convencional usualmente utilizado na companhia para resolução de problemas semelhantes ao do caso motivo de estudo foi claramente evidenciado ao término do serviço. Importante ressaltar que projetos de inovação geram um valor inestimável ao mundo corporativo, pois é uma forma de tornar empresas mais eficientes em seus processos, quebrando muitas vezes padrões e perpetuando o conhecimento adquirido no desenvolvimento do projeto servindo até como modelo de benchmarking para o mercado.

## **Referências**

BESSANT, J. e TIDD, J. **Inovação e empreendedorismo**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

Borotta, R. **Manual Técnico do Orçamentista**. 1<sup>o</sup> ed. Ed. Curitiba, Ed. Globaltec, Curitiba, PR, Brasil, 2002.

BROWN, T. **Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias**. Elsevier. Rio de Janeiro, RJ, 2010.

DESCONSI, J. **Design Thinking como um conjunto de procedimentos para a geração da inovação: um estudo de caso do projeto do G3**. Dissertação. Porto Alegre, 2012.

GRANDO, Nei. **Usando o design thinking para criar e inovar nos negócios**, 2011.

HIGA, F. **Como capturar valor da inovação**. Harvard Business Review, v. 89, n. 9, p. 62-64, set. 2011.

KIELING, Ana Paula, et al. **Aspectos Interdisciplinares em Design Thinking—um enfoque na Administração de Negócios, Moda e Psicologia Social**. Simpósio Internacional sobre Interdisciplinaridade no Ensino na Pesquisa e na Extensão – Região Sul, 2013.

LOOCKWOOD, T. **Design Thinking: Integrating innovation, customer experience, and brand value**. New York: Allworth Press, 2006.

MARTIN, Roger. **The design of business: why design thinking is the next competitive advantage**. Boston: Harvard Business, 2009.

NITZSHE, Rique. **Afinal, o que é Design Thinking**. Rosari, Rio de Janeiro, 2012.

OECD . **Manual de Oslo – Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação**.3º ed.,FINEP., 1997

SIMANTOB, M.; LIPPI, R. **Guia Valor Econômico de Inovação nas Empresas**. São Paulo: Ed. Globo, 2003.

SOARES, D.; VALLE, R.; BALDAM, R. RAGONEZI, T. **Inovação de Processos – Um estudo comparativo sobre sua implementação**. Revista Gestão Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. V. 02. N. 04, 2006.

TAKEUCHI, Hirotaka; NONAKA, Ikujiro. **The new new product development game**. Harvard Business Review, 1986.

Vianna, M.; Vianna, Y.; Adler I; Isabel K.; Lucena B.; Russo, B. **Design Thinking: Inovação em Negócios**. 2º.Ed. MJV Press, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2012

Orofino, Maria A. 2018. **Design Thinking. In: Treinamento HSM Academy e Workshop Ultracargo**, São Paulo, SP, Brasil, 2018