

CONEM2024-0705
PROJETO CONCEITUAL DE UM TACHÃO SINALIZADOR PARA
TUBULAÇÕES DE GÁS EM ÁREAS URBANAS

José Carlos Gomes Pereira, 2019001276@ifam.edu.br¹
David Rychard Pesqueira do Nascimento, 2019001211@ifam.edu.br¹
Everton Hipólito Pessoa, 2019000045@ifam.edu.br¹
Roberto Canedo Rosa, roberto.rosa@ifam.edu.br¹
Michaella Socorro Bruce Fialho, michaella.socorro@ifam.edu.br¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Av. Sete de Setembro, 1975 - Centro, Manaus - AM, 69020-120

Resumo: O tachão desempenha um papel fundamental na comunicação de sinais, alertas e informações relacionadas às redes de distribuição nas vias urbanas. Sua importância é essencial para facilitar a identificação da localização de redes subterrâneas, como as de gás, por parte de terceiros, incluindo concessionárias de água e empresas de construção civil. Para atender a essa necessidade na cidade de Manaus no estado do Amazonas, por alta demanda e longos prazos de entrega em decorrência da falta desses tachões no mercado local, foi conduzido um projeto conceitual empregando uma análise detalhada das necessidades dos clientes, ferramentas como a casa da qualidade (QFD), estrutura funcional, matriz morfológica e de decisão da melhor concepção do produto que atendesse o mercado interno. Essas abordagens foram aplicadas para identificar soluções que satisfizessem os requisitos dos clientes, enquanto a matriz morfológica foi utilizada para a síntese de diferentes concepções. O projeto conceitual envolveu a estrutura funcional do produto, ressaltando funções como segurança, qualidade estrutural, acabamento e material. A partir da matriz morfológica, foram delineadas três propostas distintas, levando em consideração o letreiro, o processo de fabricação, facilidade de instalação, geometria, cor, identificação e a escolha do material. A Casa da Qualidade e o Quadro de Identificação do Problema foram ferramentas essenciais para converter requisitos do cliente em características técnicas quantitativas, conforme estabelecido pelos parâmetros da QFD e os requisitos da legislação. Pretende-se utilizar os resultados da pesquisa desenvolvida do projeto conceitual para fabricar os protótipos das melhores soluções que visem assegurar a eficiência do produto de acordo com os padrões de desempenho e, a partir de testes, comparar com os produtos já existentes no mercado. Se comprovado a eficácia do produto em atender as especificações técnicas e os requisitos dos clientes, proporcionaria uma autonomia significativa para a cidade de Manaus na aquisição de tachões, contribuindo para reduzir o extenso prazo de entrega atualmente enfrentado e proporcionando uma alternativa local e competitiva para a indústria de distribuição de gás natural no Brasil.

Palavras-chave: tachão, projeto conceitual, redes subterrâneas, QFD, gás natural.

1. INTRODUÇÃO

Os tachões de sinalização são dispositivos cruciais na marcação de tubulações subterrâneas, prevenindo acidentes e protegendo o meio ambiente durante a instalação, manutenção e operação dos sistemas de gás natural, desempenhando um papel essencial na garantia do fornecimento seguro de energia nas comunidades urbanas. Nos últimos 30 anos, houve um rápido aumento na utilização do gás natural, representando 24% da energia primária global e contribuindo com 21% das emissões de gases de efeito estufa provenientes dessas fontes em 2019, equivalendo a 7 bilhões de toneladas de dióxido de carbono por ano (GtCO₂eq/ano). No Brasil, o uso do gás natural ganhou destaque a partir do início do século XXI, especialmente com a entrada em operação do gasoduto Bolívia-Brasil (Gasbol) em 1999. Diante da crescente urgência de uma transição energética, impulsionada pelas preocupações com as mudanças climáticas, é necessário focar na otimização da infraestrutura existente, como no transporte do gás. (Barroso *et. al.*, 2020)

Os óleos e gases naturais contribuíram com mais de 50% do consumo global de energia primária em 2018. Embora os óleos e gases naturais sejam uma importante fonte de energia, também representam uma grande ameaça tanto para o meio ambiente quanto para o bem-estar humano quando liberados acidentalmente por vazamentos. Os derramamentos de óleo terrestres podem apresentar o maior risco em áreas remotas, em situações de conflito dinâmico, ou em estados que

possuem uma infraestrutura ineficaz, onde os vazamentos de óleo e seus efeitos têm mais chances de permanecerem desconhecidos ou sem atenção pública. (Low *et al*, 2021)

A cadeia do gás é composta pelas seguintes fases: exploração e produção (*upstream*), processamento, transporte e distribuição (*downstream*). Após a localização e extração do gás natural, segue-se um processo de separação nas unidades de processamento de gás natural sendo então seguido pela etapa de transporte e distribuição por meio de uma rede de gasodutos para chegar ao consumidor final o que é visto de forma mais detalhada na fig. 1 a seguir (Gutierrez, 2022).

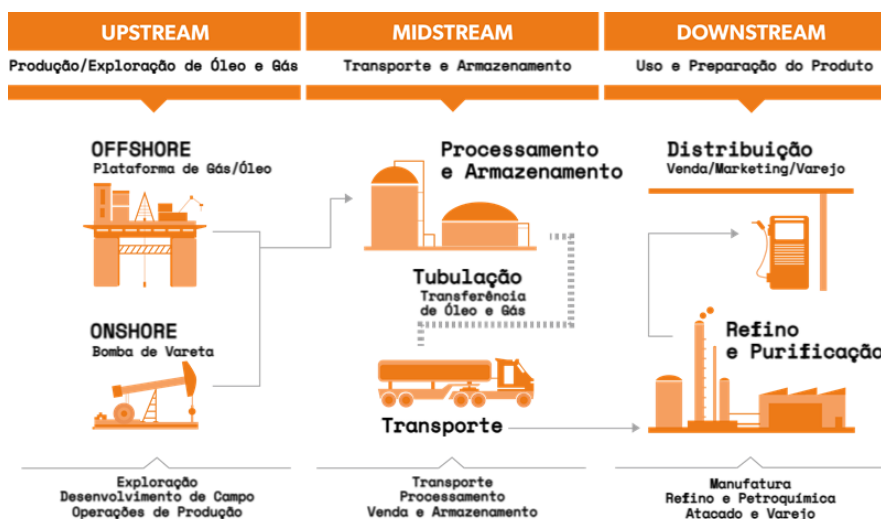


Figura 1. Fases da cadeia de gás.
 Fonte: Adaptado de Eland Cables (2024)

As tubulações de gás, em sua maioria, são compostas por dutos enterrados. Dentro desse cenário, operam de maneira segura, silenciosa e discreta, causando mínima interferência ao público ou ao ambiente circundante. Essas características, altamente desejáveis em qualquer sistema de transporte, exigem um sistema organizado de tachões e sinais para alertar visualmente o público sobre a presença de um fluido, seja ele inflamável, tóxico ou não. Além disso, esses tachões devem disponibilizar o número da empresa responsável pela instalação e manutenção desse sistema de transporte, a ser utilizado em situações de emergência ou antes de realizar escavações próximas às tubulações, conforme fig. 2. A disposição estratégica de marcadores e sinais também auxilia o operador da empresa especializada na condução do monitoramento da faixa de servidão, inspeções e outras atividades cotidianas (API, 2017).



Figura 2. Tachão de sinalização para rede de gás natural.
 Fonte: Adaptado de Cigás (OE, 2021)

A cidade de Manaus enfrenta intervenções regulares em suas redes de drenagem e abastecimento de água devido às peculiaridades do solo local. Essas intervenções ocorrem com uma frequência acima do normal, o que requer o deslocamento contínuo de equipes técnicas para supervisionar e autorizar tais obras. O tachão de sinalização é um dispositivo utilizado para delimitar a circulação de veículos e sinalizar locais perigosos, sendo muito utilizado em vias públicas ou calçadas. Os tachões de sinalização para tubulações de gás possuem função semelhante ao utilizado em vias de tráfego urbano, porém também representam um componente essencial do programa de operação e manutenção da empresa responsável, que engloba iniciativas de prevenção de danos e conscientização pública (OE, 2021).

Neste projeto conceitual serão desenvolvidos tachões de sinalização que auxiliem na identificação de redes subterrâneas, especialmente de gás natural, em busca de uma alternativa que solucione a alta demanda e aos prazos de

entrega prolongados enfrentados na região que atualmente não possui fornecedores locais e depende de indústrias externas que impõem desafios logísticos e financeiros para aquisição desses materiais.

Utilizando ferramentas como a casa da qualidade, matriz morfológica e análise detalhada dos requisitos dos clientes, são geradas três concepções distintas. O objetivo é garantir a eficiência do produto, alinhando-o aos padrões de desempenho e requisitos legais, oferecendo uma alternativa local e competitiva para a indústria de distribuição de gás natural no Brasil.

2. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (PDP)

O processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) compreende uma série de atividades destinadas a derivar, a partir das demandas do mercado e das limitações e potencialidades tecnológicas, as especificações de projeto de um produto e seu processo de produção. Esse processo visa garantir que a fabricação seja capaz de produzir o produto de acordo com as especificações estabelecidas. O pré-desenvolvimento visa alinhar o portfólio de projetos com as oportunidades e estratégias da empresa, através do planejamento estratégico do produto e do projeto. Na fase de desenvolvimento, foca-se nos aspectos tecnológicos para definir o produto, suas características e processo de produção, passando pelas fases de projeto informacional, conceitual, detalhado, preparação da produção e lançamento do produto. Já o pós-desenvolvimento inclui o acompanhamento do produto no mercado, documentação de melhorias e retirada do produto, visando aprimorar futuros desenvolvimentos. Todas essas etapas são dispostas de acordo a fig. 3 a seguir (Rozenfeld *et. al.*,2006).

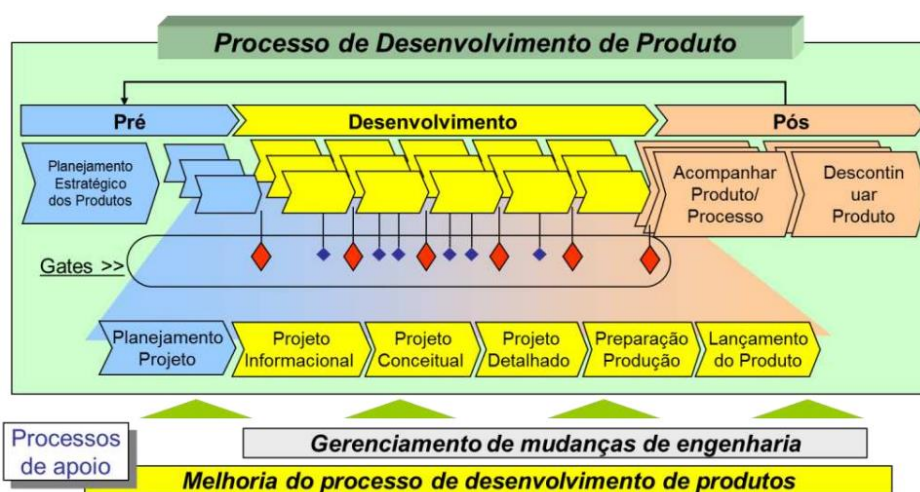


Figura 3. Visão geral do Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP).

Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006).

De acordo com Fonseca (2000), é fundamental que o projeto informacional seja realizado com o intuito de transformar a informação de entrada em especificações de projeto. Essas especificações servirão como diretrizes para as etapas subsequentes do processo de projeto, o que implica uma responsabilidade significativa para garantir o sucesso do empreendimento. Após a definição das especificações-meta, são estabelecidos os critérios de avaliação que serão usados para guiar as decisões nas etapas subsequentes do desenvolvimento.

A fase de projeto conceitual é crucial, pois é nela que ocorre a concepção inicial do produto, envolvendo busca, criação, representação e seleção de soluções. Esta fase é considerada de alto potencial para otimização do retorno do investimento, pois representa baixo custo e alto benefício. Além disso, ela é altamente subjetiva, dependendo fortemente do uso do conhecimento e da criatividade. É nesse estágio que o conceito abstrato do produto é transformado em algo concreto por meio de protótipos, contribuindo para o processo de seleção de concepções. O plano do projeto conceitual, apresenta etapas como: definição das especificações-meta do produto, passando pela modelagem funcional do produto, o desenvolvimento de princípios de solução, a geração de alternativas de solução, a definição da arquitetura do produto. (Silva, 2018)

3. METODOLOGIA

Foi seguida uma abordagem metodológica clássica de projeto de produto para o desenvolvimento do projeto conceitual do tachão sinalizador destinado a tubulações de gás em áreas urbanas. O processo compreende em uma fase inicial a análise das necessidades. Nessa etapa, o projetista interage intensamente com o cliente, por meio de pesquisas ou entrevistas. A análise das necessidades, ponto inicial do projeto, envolve a definição e estabelecimento dos requisitos do projeto, que resumem as demandas, funções, aparência e custo do produto (Mantovani, 2015).

Posteriormente essas necessidades, de caráter subjetivo, serão trabalhadas ou traduzidas para uma formatação de engenharia, através dos chamados requisitos da qualidade. Para relacionar as necessidades dos clientes e os requisitos da

qualidade utiliza-se uma escala de 0 a 5 para classificar sua classe de importância. Os requisitos do cliente são parâmetros abstratos, pois não podem ser medidos ou quantificados. Os requisitos de qualidade são parâmetros quantificáveis ou de engenharia, estando relacionados a cada uma das necessidades dos clientes. A nota atribuída na comparação entra a necessidade do cliente e um requisito da qualidade representa a relevância desse parâmetro de engenharia para atender a necessidade do cliente. (Pereira, 2014)

Em seguida, para projetar um produto de forma eficaz, uma equipe de design precisa saber o que estão projetando e quais são as expectativas dos usuários finais. O Desdobramento da Função Qualidade (QFD) é uma abordagem sistemática de design baseada em um conhecimento próximo dos requisitos do cliente, combinado com a integração de grupos funcionais corporativos. Consiste em traduzir os requisitos do cliente em características de design para cada estágio do desenvolvimento do produto. O objetivo final do QFD é traduzir critérios de qualidade frequentemente subjetivos em critérios objetivos que podem ser quantificados e medidos, e que então podem ser usados para projetar e fabricar o produto. É um método complementar para determinar como e onde prioridades devem ser atribuídas no desenvolvimento de produtos. (Shafizal, 2020)

Por fim a estrutura funcional, têm parcela crucial no desenvolvimento do projeto na qual o cliente estabelece a importância relativa de seus requisitos, sendo estes posteriormente traduzidos para uma linguagem técnica e hierarquizados com ênfase na especificação principal. A matriz morfológica organiza alternativas de solução por meio de ideogramas para facilitar a visualização e combinações na etapa seguinte. A geração e avaliação das concepções envolvem a combinação de soluções para cada função de baixo nível, seguida pela avaliação em relação aos atributos do consumidor. A matriz morfológica desempenha a função de, após a criação da estrutura funcional, listar quatro itens que possam cumprir a função elementar. Dessa maneira, são apresentadas ao cliente quatro opções distintas em termos de especificações. Após essa etapa, são atribuídas notas de 1 a 4 para cada uma das opções, sendo o valor 1 indicativo da melhor satisfação da especificação e o valor 4 representando a menor adequação. Aplica-se em concomitância a matriz morfológica, a matriz de tomada de decisão que oferece a alternativa mais coerente para o projeto. Essa classificação deriva dos modelos apresentados na matriz morfológica, sendo utilizada para determinar qual modelo se ajusta de maneira mais adequada ao produto, ou seja, qual configuração se destaca como a mais eficiente. (Wouters, 2018).

Essa metodologia proporciona uma visão abrangente do ciclo de vida do produto, desde a análise das necessidades até a escolha da concepção final, dessa forma, garantindo a satisfação do cliente (Mantovani, 2015).

4. RESULTADOS

Após a conclusão do estudo metodológico, os resultados de cada fase do projeto foram apresentados nesta seção, destacando as ferramentas utilizadas para conceber o projeto conceitual do tachão sinalizador destinado a tubulações de gás em áreas urbanas. A aplicação dessas ferramentas e técnicas dentro da metodologia de projeto de produto permite a definição da concepção que atenda às expectativas do cliente, ao mesmo tempo em que é adequada às condições reais de fabricação do produto. Esses resultados são abordados nas subseções a seguir.

4.1. Análise das Necessidades

A ferramenta inicial para identificar as necessidades do cliente foi uma pesquisa com técnicos e engenheiros da área de manutenção de tubulações subterrâneas de gás natural em empresas da região de Manaus, na qual um formulário foi utilizado para coletar seus principais requisitos de melhoria. Neste formulário foram questionadas quais eram as funções de um tachão sinalizador, quais as suas características mais importantes (visibilidade, durabilidade e informações impressas), quais os requisitos mais priorizados na compra para redes/dutos subterrâneos (qualidade, sustentabilidade e custo) e o que poderia ser acrescentado na fabricação de um tachão sinalizador.

Após uma análise minuciosa, foram definidos cinco requisitos técnicos essenciais para o desenvolvimento do produto. Primeiramente, é imprescindível que o material apresente uma resistência estrutural capaz de suportar não apenas o tráfego intenso de veículos e pedestres, mas também as variações climáticas e possíveis impactos externos. Além disso, a facilidade de visualização e identificação do produto é fundamental para garantir sua rápida identificação e padronização em diferentes ambientes. Outro aspecto crucial é a simplificação do processo de instalação, visando reduzir o tempo e os recursos necessários para sua implementação e manutenção. Ademais, para se manter competitivo, é necessário que o custo de produção do produto seja mantido baixo em comparação com outras opções disponíveis no mercado nacional. Por fim, a prontidão na disponibilidade do material de composição é vital para garantir uma produção contínua e eficiente, evitando interrupções na cadeia de suprimentos e garantindo a disponibilidade do produto quando necessário.

Para que um projeto seja bem-sucedido, é fundamental que ele atenda às necessidades e expectativas do cliente final. Nesse sentido, o primeiro passo foi a realização dos requisitos exigidos pelos clientes. Após a elaboração dos requisitos do cliente, é importante transformar essas informações em uma linguagem clara e objetiva. É possível verificar os requisitos do cliente e de engenharia conforme a Tab. 1.

Tabela 1. Requisitos do cliente e da engenharia.

Nível Hierárquico	Requisitos do Cliente	Requisitos da Engenharia
1	Ser resistente	Resistência à compressão axial simples.
		Material resistente a raios uva/uvb.
2	Ser fácil de visualizar	Inscrição em baixo relevo - Profundidade.
		Coloração contrastante com o local de instalação.
		Inscrição em coloração contrastante com a cor do tachão.
3	Ser fácil de instalar	Geometria Simples.
4	Baixo custo	Material de baixo custo.
5	Prontidão	Material de fácil aquisição.

Após o projeto ter sido alinhado com as especificações do cliente, iniciou-se a fase de construção. Para assegurar que o produto final atenda plenamente às expectativas dos consumidores é fundamental contar com uma ferramenta que garanta sua qualidade. Assim, foi desenvolvida a casa da qualidade, conforme representado na Fig. 4 abaixo:

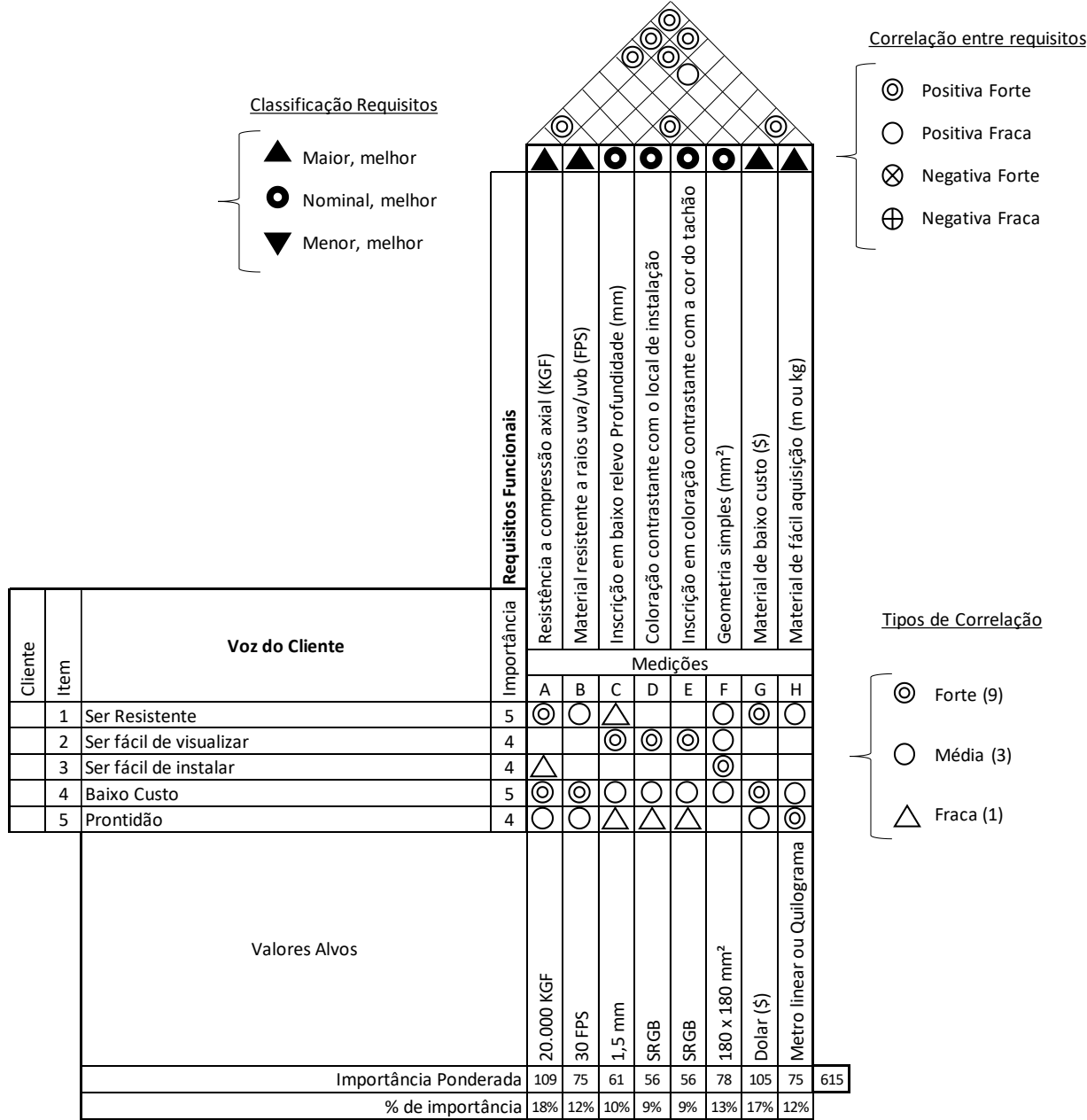


Figura 4. Casa da qualidade (QFD).

A aplicação da casa da qualidade, conforme ilustrado na Figura 4, envolveu a análise das correlações entre a voz do cliente e os requisitos de engenharia. Cada voz do cliente foi atribuída uma classificação de 1 a 5, sendo 5 a nota mais alta. As correlações entre os requisitos funcionais foram avaliadas quanto à força, sendo classificadas como forte, média ou fraca.

Os requisitos foram adicionalmente categorizados qualitativamente como maior/melhor, nominal/melhor ou menor/melhor. A correlação entre os requisitos foi determinada por avaliações descritas como positiva forte, positiva fraca, negativa forte ou negativa fraca. Os valores alvos foram estimados por meio da comparação com um produto disponível no mercado. Para os requisitos do cliente quanto para os requisitos do projeto, os pesos relativos foram calculados com base em parâmetros como grau de importância.

Ao final da Casa da Qualidade, foi utilizada a ferramenta do Quadro de Identificação do Problema (QIP). A ferramenta auxiliou na identificação de problemas e na elaboração de ações corretivas e preventivas para eliminá-los ou minimizá-los. A Tab. 2 a seguir apresenta o Quadro de Identificação do Problema do tachão sinalizador destinado a tubulações de gás em áreas urbanas.

Tabela 2. **QIP Tachão sinalizador para tubulações de gás em áreas urbanas.**

Fases do ciclo de vida do produto	Descritores de entrada		Descritores de saída	
	Planejamento estratégico	Meio ambiente e recursos	Desejadas	Indesejadas
Projeto e produção	Levantamento de materiais; Treinamento em Software CAD; Treinamento em processos de fabricação (Manufatura aditiva, e injeção plástica).	Disponibilidade de material; Mão de obra qualificada;	Fácil produção; Baixo custo; Rápida disponibilidade; Padronização.	Dificuldade de produção; Custo elevado; Demora na produção; Falta de padronização.
Distribuição	Estudo de capacidade de produção mensal; Verificação da capacidade de estocagem.	Ambiente adequado para estocagem e distribuição.	Baixo peso das embalagens; Grande volume de distribuição. Embalagem simples e segura	Alto peso das embalagens; Grande volume de distribuição; embalagens especiais.
Uso e/ou operação	Orientações para instalação; Indicação de propriedades do produto (peso; resistência à compressão axial; resistência aos raios solares).	Áreas urbanas dispostas a intempéries (sol e chuva); Trechos com altos tráfegos de veículos leves e pesados.	Fácil instalação; Segurança durante a instalação;	Dificuldade na instalação; Instalação insegura.
Descarte	Verificação da possibilidade de Reutilização do produto	Reciclagem dos materiais poliméricos dos produtos obsoletos	Reciclável; Reutilizável;	Não reciclável; Não reutilizável.

4.2. Projeto Conceitual

O projeto conceitual é a etapa subsequente no desenvolvimento de um projeto, nesta etapa desenvolveu-se a estrutura funcional do produto, na qual o cliente determinou a importância relativa de seus requisitos. Esses requisitos foram então traduzidos para a linguagem técnica e organizados hierarquicamente, com destaque para a especificação principal. A estrutura funcional para o tachão sinalizador pode ser visualizada através da Tab. 3 a seguir.

Tabela 3. Quadro de estrutura funcional do tachão sinalizador destinado a tubulações de gás em áreas urbanas.

Função Geral	Função Parcial	Função Elementar	Descrição
Segurança	Proteção aos trabalhadores.	Indicação da posição da rede de distribuição.	Evitar escavações indevidas
	Proteção à rede de distribuição de gás.		
Qualidade	Estrutural	Nervuras de reforço estrutural	Garantir uma maior resistência à esforços de compressão.
		Geometria do Tachão	Garantir maior resistência ao produto acabado.
	Acabamento	Cor contrastante com a superfície de instalação	Garantir uma fácil visualização
		Inscrição em baixo relevo	Orientar os trabalhadores.
	Material	Escolha do material a ser utilizado	Garantir durabilidade e resistência ao produto.
		Processo de fabricação	

Na próxima etapa desenvolveu-se a matriz morfológica que desempenha o papel de, após a criação da estrutura funcional, listar quatro itens capazes de cumprir a função elementar. Dessa forma, quatro alternativas distintas foram apresentadas ao cliente, cada uma com suas próprias especificações. Em seguida, foram atribuídas notas de 1 a 4 a essas opções, sendo 1 a que melhor atende à especificação e 4 a que menos atende. Portanto, a Tab. 4 exibe a matriz morfológica elaborada de acordo com as especificações do cliente.

Tabela 4. Matriz Morfológica.

Função parcial	Função elementar	Métodos			
		I	II	III	IV
Proteção aos trabalhadores.	Indicações de segurança	“Não escavar + Rede de gás natural + Ligue nº telefone + Nome do fornecedor”	“Não escavar + Ligue nº telefone + Nome do fornecedor”	“Rede de gás natural + Ligue nº telefone + Nome do fornecedor”	“Não escavar + Nome do fornecedor”
Proteção à rede de distribuição de gás.					
Estrutural	Nervuras de reforço estrutural	Geometria quadrada	Geometria em colmeia	Geometria triangular	Geometria circular
	Geometria do Tachão	Tachão Quadrado	Tachão Retangular	Tachão Triangular	Tachão Circular
Acabamento	Cor Contrastante	Amarelo	Laranja	Azul	Rosa
	Inscrição em baixo relevo	Escrita em caixa alta	QR-code	QR-code e escrita em caixa alta	Braile
Material	Escolha do Material	ABS	PLA	Resina	Pet reciclado
	Processo de fabricação	Manufatura aditiva	Injeção Plástica	Fundição	Usinagem

A Matriz Morfológica possibilita a criação de diversas concepções, sendo que, neste projeto, foram desenvolvidas três delas. A Tab. 5 correlaciona cada elemento da Matriz Morfológica, resultando nas concepções que serão posteriormente avaliadas.

Tabela 5. **Combinação para confecção do tachão sinalizador para tubulações de rede de gás.**

Concepção 1	Concepção 2	Concepção 3
Não escavar + Rede de gás natural + Ligue nº telefone + Nome do fornecedor de gás”	Não escavar + Rede de gás natural + Ligue nº telefone + Nome do fornecedor de gás”	Não escavar + Rede de gás natural + Ligue nº telefone + Nome do fornecedor de gás”
Geometria quadrada	Geometria triangular	Geometria em colmeia
Tachão Quadrado	Tachão Retangular	Tachão Circular
Amarelo	Laranja	Amarelo
Escrita em caixa alta	QR-code e escrita em caixa alta	QR-code e escrita em caixa alta
ABS	ABS	PET reciclado
Injeção Plástica	Manufatura aditiva	Manufatura aditiva

Os desenhos correspondentes a cada concepção estão apresentados nas Fig. 5, 6 e 7.



Figura 5. **Concepção 1.**



Figura 6. **Concepção 2.**



Figura 7. **Concepção 3.**

5. CONCLUSÕES

Diante da crescente busca por soluções inovadoras na fabricação de produtos, a concepção do projeto conceitual de um tachão para sinalização de tubulações de rede de gás natural, fundamentado em uma metodologia clássica de projetos, emerge como uma alternativa versátil e eficiente para atender às demandas do mercado local na cidade de Manaus que carece da fabricação desse tipo de material e que enfrenta as dificuldades logísticas impostas pela dependência do mercado externo para satisfazer sua demanda. Essa abordagem tradicional oferece uma estrutura sólida para o desenvolvimento de tachões que visam proporcionar segurança, eficiência e durabilidade, adaptando-se de maneira ágil e eficaz às diferentes necessidades e contextos de aplicação.

Em suma, primeiramente foi feita uma análise inicial das necessidades do cliente resultou na identificação de requisitos essenciais, como resistência, visualização, instalação fácil, custo acessível e prontidão do produto. Posteriormente a aplicação da casa da qualidade (QFD) permitiu alinhar esses requisitos com as especificações técnicas de engenharia, garantindo que o projeto estivesse em consonância com as expectativas do cliente. Em seguida o quadro de identificação do problema (QIP) considerou aspectos que vão desde a fabricação até o descarte do produto, assegurando sua eficácia em todas as etapas do ciclo de vida. Já no estágio de projeto conceitual, a segurança emergiu como prioridade, abordando tanto a proteção dos trabalhadores quanto a integridade da rede de distribuição de gás, além da qualidade do próprio tachão em termos estruturais, de acabamento e de material. Por fim, a utilização da matriz morfológica proporcionou uma ampla gama de alternativas de design, oferecendo ao cliente opções variadas para escolha, na qual foram apresentadas três concepções que deverão ser avaliadas em projetos futuros.

A realização do projeto conceitual do tachão sinalizador para tubulações em áreas urbanas é de grande importância para as indústrias de distribuição de gás natural no Brasil. Isso representa uma alternativa adicional para a aquisição desse tipo de produto de maneira local, rápida e com custo competitivo. Para as perspectivas futuras, a intenção é dar continuidade aos próximos passos da metodologia de projeto, avançando para a construção de um protótipo, realização de testes e ensaios mecânicos. Isso permitirá avaliar a eficiência do produto de acordo com as exigências de desempenho, assegurando a entrega de um produto de qualidade aos consumidores.

6. REFERÊNCIAS

- API, American Petroleum Institute. Line Markers and Signage for Hazardous Liquid Pipelines and Facilities. 2017. Disponível em: <https://www.api.org/~media/files/oil-and-natural-gas/pipeline/damage-prevention/811week_sec_1109_e5_2017.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2023.
- Barroso, L. A., Kelman, R., Gaspar, L. S., 2020. “Panorama e perspectivas para o gás natural no Brasil”. *Selo Perspectivas, São Paulo-SP*, 2020.
- Chiarot, C., 2008. “Aplicação das técnicas de Metodologia do Valor no processo administrativo de montagem de equipamentos”. *Refas-2018, Instituto Federal de São Paulo, São Paulo-SP*.
- Eland cables, 2023. In Oil & Gas what is upstream and downstream? Disponível em: <<https://www.elandcables.com/the-cable-lab/faqs/faq-what-are-upstream-and-downstream-works-in-the-oil-gas-industry>>. Acesso em: 27 dez. 2023.
- Fonseca, A. J. H. “Sistematização do processo de obtenção das especificações de projeto de produtos industriais e sua implementação computacional”. *Tese de doutorado em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC*, 2000.
- Gutierrez, M.B., 2022. “O setor de gás natural no Brasil: Uma comparação com os países da OCDE”. *Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada-IPEA, Rio de Janeiro-RJ*.
- Low, F., Stieglitz, K., Diemar, O., 2021. “Terrestrial oil spill mapping using satellite earth observation and machine learning: A case study in South Sudan”. *Journal of Environmental Management* 298, 2021.
- Mantovani, I. J., Maciel, O. R., Fiegenbaum, A., Behnen, V. A., Goergen, R., Pinto, M. S., Porsch, M. R. M. H., Valdiero, A. C. V., Rasia, L. A., Dambroz, G. P. B., 2015. “Projeto conceitual de um direcionador automático de célula fotovoltaica”. *Regional University of Northwestern Rio Grande do Sul State, Panambi-RS*.
- Massarani, M., 2007. “Redução de custos através da engenharia de valor”. *Apostila do curso mestrado profissional de engenharia automotiva*, 2007.
- OE, 2021. Revista de obras de engenharia, infraestrutura e construção industrial, OE. 2º Prêmio INOVAINFRA de inovação na engenharia e infraestrutura, Ed. Nº583, São Paulo. 2021.
- Pereira, A. F., Almeida, J. C., Anjos, T. A., Felippi, W., 2014. “Proposta de desenvolvimento do projeto conceitual de uma máquina para ensaio de molas”. *VIII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica Uberlândia - MG, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR*.
- Rozenfeld, H., Forcellini, F. A., Amaral, D. C., Toletto, J. C., Silva, S. L., Alliprandini, D. H., Scalice, R. K., 2006. Gestão de desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo. *São Paulo: Saraiva*, 2006.
- Santos, E.M; Fagá, M.T.W; Barufi, C.B; Poulallion P.L., 2007. Gás natural: a construção de uma nova civilização, *Estudos Avançados* 21 (59).
- Shafizal, M., Hussin, M. H., Ramli, F. R., Alkahari, M. R., Jamli, M. R., Kudus, S. I. A. K., Case, K., 2020. “Application of Quality Function Deployment in Product Design and Development: Car Seat Case Study”. *Loughborough University*.

- Silva, C. R. N., Carvalho, R. M., Silva, S. S., Santos, V. M. L., 2018. "O processo de desenvolvimento de produtos (PDP) aplicado no desenvolvimento de uma mala show room de CFTV". *9th International Symposium on Technological Innovation, Aracaju-SE*.
- Wouters, C. D., Padilha, J., Marin, L. C., Silveira, R., Baldissera, A., Orso, K. D. F., 2018. "Metodologia aplicada à estruturação de um projeto de cozinha doméstica adaptada a cadeirantes." *Unidade Central de Educação Faem Faculdade- UCEFF, Chapecó-SC*

7. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

CONEM2024-0705

CONCEPTUAL DESIGN OF A GAS PIPELINE MARKERS FOR PIPELINES IN URBAN AREAS

José Carlos Gomes Pereira, 2019001276@ifam.edu.br¹

David Rychard Pesqueira do Nascimento, 2019001211@ifam.edu.br¹

Everton Hipólito Pessoa, 2019000045@ifam.edu.br¹

Roberto Canedo Rosa, roberto.rosa@ifam.edu.br¹

Michaela Socorro Bruce Fialho, michaela.socorro@ifam.edu.br¹

¹Federal Institute of Education, Science, and Technology of Amazonas, Av. Sete de Setembro, 1975 - Centro, Manaus - AM, 69020-120, Brazil

Abstract. *The Gas pipeline marks plays a crucial role in communicating signals, warnings, and information related to distribution networks on urban areas. Its significance is essential for facilitating the identification of the location of underground networks, such as gas lines, by third parties, including water utilities and construction companies. To address this need in the city of Manaus in the state of Amazonas, due to high demand and long delivery times due to the shortage of pipeline marks in the local market, a conceptual project was conducted employing a detailed analysis of customer needs, tools such as the Quality Function Deployment (QFD), functional structure, morphological matrix, and decision matrix for the best product conception that would meet the domestic market. These approaches were applied to identify solutions that would satisfy customer requirements, while the morphological matrix was used for the synthesis of different concepts. The conceptual project involved the functional structure of the product, highlighting functions such as safety, structural quality, finish, and material. From the morphological matrix, three distinct proposals were outlined, taking into consideration signage, manufacturing process, ease of installation, geometry, color, identification, and material choice. The House of Quality and the Problem Identification Matrix were essential tools for converting customer requirements into quantitative technical characteristics, as established by QFD parameters and legal requirements. The intention is to use the research results from the conceptual project to manufacture prototypes of the best solutions aimed at ensuring product efficiency according to performance standards and, through testing, compare them with existing products on the market. If the product's effectiveness in meeting technical specifications and customer requirements is proven, it would provide significant autonomy for the city of Manaus in acquiring Gas pipeline marks, contributing to reducing the extensive delivery time currently faced and providing a local and competitive alternative for the natural gas distribution industry in Brazil.*

Keywords: Gas pipeline marks, conceptual design, underground networks, Quality Function Deployment (QFD), natural gas.