

## ERGONOMIA COGNITIVA NA ANÁLISE DO TRABALHO EM PLATAFORMAS OFFSHORE: APLICAÇÃO DA “BOWTIE COGNITIVA”

Selma Saraiva da Costa Moreira

### RESUMO

Ergonomia é uma ciência que trata da organização do ambiente laboral visando à segurança e à saúde do ser humano. Os conceitos ergonômicos no cenário atual abrangem, em sua maioria, aspectos antropométricos, biomecânicos e de condições ambientais, sendo ainda incipientes sob a ótica cognitiva, que abrange os processos mentais, como percepção, memória e raciocínio. Conhecendo a importância desses conceitos percebe-se que são fundamentais, principalmente em ambientes laborais complexos e, por isso, o ramo escolhido para o estudo de caso foi o *offshore*. O risco de graves acidentes é inerente e os trabalhadores passam a temporada de embarque laborando e vivendo seu tempo de folga sob essas condições de confinamento e isolamento, uma vez que não é possível retornar para casa ao fim da jornada diária. Destarte, a intenção da pesquisa foi a adaptação de uma ferramenta, no caso, a técnica de análise *Bowtie*, associada a Fatores Humanos e aspectos cognitivos. Assim, através de uma metodologia de baixa complexidade, esta abordagem poderá ser aplicada nos estudos de segurança das plataformas de petróleo e gás, preenchendo uma lacuna que, cada vez mais, precisa ser sanada. Espera-se que este exemplo impulse a elaboração, ou adaptação, de novas ferramentas, a serem implementadas na análise de segurança das plataformas petrolíferas, visando maior segurança e conforto na realização das atividades, não sendo mais o trabalhador visto como “problema” dentro da complexidade do sistema, por ser aquele que costuma errar e falhar sempre. E que a jornada dos profissionais que atuam nas unidades petrolíferas *offshore* seja cada vez mais confortável, saudável e segura, como toda vida deve ser.

### 1. INTRODUÇÃO

Ergonomia, palavra de origem grega que une *ergo* (trabalho) e *nomos* (normas) é uma ciência que trata da organização do ambiente laboral visando à segurança e à saúde do ser humano [1]. A avaliação ergonômica dos postos de trabalho é uma prática recente e ainda em processo de evolução.

Os conceitos ergonômicos no cenário atual brasileiro seguem principalmente a Norma Regulamentadora de nº17 do atual Ministério do Trabalho e Previdência e abrangem, em sua maioria, aspectos antropométricos/biomecânicos (posturas, mobiliário, equipamentos, transporte de cargas) e de condições ambientais (temperatura e iluminação, por exemplo), sendo ainda muito incipientes sob a ótica cognitiva, que aborda processos mentais, como percepção, memória e raciocínio. Segundo a Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), este tópico de estudo deve avaliar também a carga mental de trabalho, a tomada de decisão, o desempenho, a interação homem-máquina e o estresse, entre outros fatores.

Conhecendo a importância desses conceitos, percebe-se que são fundamentais, principalmente em ambientes laborais complexos e, por isso, o ramo escolhido para estudo foi o *offshore*. Marcelo Figueiredo, em seu livro “A Face Oculta do Ouro Negro – Trabalho, Saúde e Segurança na Indústria Petrolífera *Offshore* da Bacia de Campos” [2], descreve de forma precisa as principais especificidades desta atividade: perigo, complexidade, caráter contínuo e dimensão coletiva. O risco de graves acidentes é inerente e os trabalhadores passam toda a temporada de embarque laborando e vivendo seu tempo de folga sob essas condições de confinamento e isolamento, uma vez que não é possível retornar para casa ao final da jornada diária, tampouco sendo fácil entrar em contato com familiares e entes queridos. Além disso, convive-se com a ideia de que, na ocorrência de acidentes, mesmo com os modernos sistemas de resgate que vêm sendo desenvolvidos, a assistência pode

não chegar no tempo necessário, uma vez que, aos impasses habituais para este tipo de situação, somam-se outros que podem dificultar o acesso ao tratamento adequado, como problemas climáticos, por exemplo.

Como, apesar das questões citadas, a Ergonomia Cognitiva ainda é embrionária neste ramo, viu-se a necessidade de aprimorar a abordagem, de modo a incentivar as empresas *offshore* a realizar estudos a respeito.

Espera-se, com isso, que novas ferramentas sejam implementadas na análise de segurança das plataformas petrolíferas, visando maior segurança e conforto na realização das atividades, não sendo mais o trabalhador visto como “problema” dentro da complexidade do sistema, por ser aquele que costuma errar e falhar sempre, o que normalmente se vê nas investigações de acidentes, onde a maioria das causas é atribuída a atos inseguros.

O trabalho tinha por objetivo geral inicial definir, propor e estabelecer práticas de trabalho e formulários de fiscalização que também englobassem os aspectos cognitivos nos meios ambientes laborais em plataformas *offshore*. Entretanto, durante a pesquisa, verificou-se que o assunto ainda é tão incipiente que houve necessidade de focar no desenvolvimento de algum tópico, sendo o escolhido a análise de riscos utilizando a ferramenta *Bowtie* associada a Fatores Humanos e aspectos cognitivos.

Tal alcançar tal objetivo, foram contempladas as seguintes etapas:

- Revisão bibliográfica relacionada a Ergonomia Cognitiva e Fatores Humanos na Indústria *Offshore* no mundo.
- Pesquisa das normas internacionais e nacionais sobre o tema.
- Estudo da ferramenta *Bowtie*.
- Identificação e descrição do ambiente offshore a ser analisado.
- Elaboração diagrama *Bowtie*, englobando fatores humanos e aspectos cognitivos, em estudo de caso (perda de controle de carga em atividade de movimentação com uso de guindaste).

## 2. DESCRIÇÃO

### 2.1 Contextualização

A indústria petrolífera se divide em três segmentos: o *upstream*, que engloba as fases de exploração e produção; o *midstream*, que consiste em toda a estrutura necessária para transportar o petróleo do campo até as refinarias; e o *downstream*, que abrange as atividades de refino, comercialização e distribuição do combustível até os postos de consumo. As plataformas de petróleo fazem parte da etapa *upstream*, que tem registrado grandes avanços tecnológicos nas últimas décadas.

A exploração de petróleo, notadamente em águas profundas, é uma das atividades mais arriscadas do mundo. O Relatório Estatístico de 2016, do banco de dados WOAD (*Worldwide Offshore Accident Databank*), produzido pela Classificadora Norueguesa DNV (*Det Norske Veritas*) [3], que reúne informações de todos os acidentes que ocorreram nas indústrias *offshore* e de óleo e gás no mundo de 1970 a 2012, relata a ocorrência de 6.451 acidentes, sendo 6.045 diretamente ligados a plataformas. O documento deixa claro também que existe um número considerável de acidentes que não são reportados. Ou seja, o número real de eventos é ainda maior.

Outra fonte de dados, o Observatório de Saúde e Segurança do Ministério Público do Trabalho [4], informa a emissão de 6.219 CAT (Comunicações de Acidente de Trabalho) em atividades de apoio à extração de petróleo e gás natural, e de 5.577 CAT na atividade de extração de petróleo, totalizando 11.796 Comunicações de 2012 a 2018.

Tais dados demonstram que ainda ocorrem muitos acidentes tanto no Brasil como no mundo, sendo necessário o desenvolvimento de ferramentas que melhorem o desempenho da Gestão de Segurança na indústria de petróleo, em especial a *offshore*.

## 2.2 Trabalho em plataformas *offshore*

O trabalho em ambientes *offshore* é caracterizado por numerosas atividades de risco desenvolvidas ao mesmo tempo e, muitas vezes, em proximidade. Podem ocorrer, inclusive, em espaços confinados, onde há limitação na renovação do ar do ambiente. Há exposição aos mais diversos agentes, como físicos (ruído, calor, vibração, radiações ionizantes e não-ionizantes), químicos (substâncias inflamáveis, explosivas, asfixiantes, tóxicas, cancerígenas etc.) e até mesmo biológicos (vírus, fungos e bactérias), devido ao compartilhamento de espaços fechados por muitas pessoas e alimentos que chegam contaminados, não sendo raros os casos de surto notificados à ANVISA.

Segundo Marcelo Figueiredo [2], devem ser considerados ainda os distúrbios do sono, problemas estomacais e outros causados pelo estresse, falta de privacidade, trabalhos em turno e exposição constante a ruído (muitas vezes até mesmo nos camarotes). Sem falar no alto risco de explosões, incêndio, vazamento de gases tóxicos (como H<sub>2</sub>S, benzeno, monóxido de carbono, amônia etc.), choque elétrico, contato com superfícies quentes ou frias demais, esmagamento, queda entre níveis, queda de objetos, condições climáticas desfavoráveis e até mesmo queda de helicóptero, tudo no mesmo ambiente, que se arrisca chamar de hostil.

Segundo listagem da ANP [5], há 123 plataformas em operação no país, envolvendo milhares de trabalhadores, laborando, no mínimo, 14 dias consecutivos, em turnos diários de 12 horas, (normalmente das 06:00 às 18:00h ou das 07:00 às 19:00h), com 12 horas de descanso, realizado dentro da unidade e com pouco contato com o mundo externo, deixando a pessoa praticamente fora do contexto social durante este tempo. Além disso, caso haja necessidade, o trabalhador é acionado também no seu período de repouso.

Destaca-se que, se no dia de desembarque, as condições meteorológicas impedirem o tráfego de helicópteros, os substitutos não chegam, tendo os embarcados que assumir os postos até que sejam retomados os voos.

Diante de todas essas variáveis resta claro que a organização do trabalho em ambiente *offshore* é de fundamental importância na manutenção tanto da segurança, como do bem-estar dos trabalhadores durante o período de embarque, pois eles precisam estar respaldados por uma Gestão de Saúde e Segurança eficiente e eficaz.

Além disso, a indústria petrolífera *offshore* é considerada um sistema sociotécnico complexo. Sociotécnico, pois associa um conjunto de indivíduos a instrumentos técnicos utilizados na realização da atividade. É complexo porque nas indústrias de processamento contínuo predominam interações não-lineares, que podem se multiplicar à medida que uma parte ou um subsistema é acionado. Ou seja, há inúmeras conexões associadas que, em caso de falhas, podem causar acidentes devido a imprevisibilidade das múltiplas interações que podem ocorrer. Logo, acidentes podem acontecer por meio da combinação de partes dos sistemas, mesmo que nenhum componente específico tenha deixado de funcionar da forma para a qual foi projetado [6].

Após a compreensão da realidade do trabalho *offshore*, em especial nas plataformas de óleo e gás, e entendendo como a organização do trabalho é fundamental, notadamente neste tipo de sistema sociotécnico complexo, parte-se agora para a verificação da aplicação da Ergonomia Cognitiva e sua contribuição para a Segurança no Trabalho.

## 2.3 Ergonomia Cognitiva

A Ergonomia Contemporânea engloba os aspectos físicos, cognitivos e organizacionais.

A parte física, proveniente da corrente anglo-saxônica, avalia os limites e as capacidades do corpo humano e utiliza conceitos de antropometria/ biomecânica. Considera também as condições ambientais, como temperatura, acústica, iluminação, e como o homem interage com o seu posto de trabalho. Estuda posturas desfavoráveis, movimentos repetitivos, movimentação manual de cargas e uso de força [7].

O viés organizacional contextualiza a organização, envolvendo a distribuição das tarefas no tempo, a comunicação entre as ações, o estabelecimento de rotinas e procedimentos, as exigências e padrões de desempenho, os sistemas de supervisão e controle, os mecanismos de recrutamento e seleção de pessoas para o trabalho e os métodos de formação, capacitação e treinamento.

A abordagem cognitiva, oriunda da escola francesa, considera a capacidade mental do ser humano no desenvolvimento do trabalho. Dedica-se ao estudo da carga mental, da percepção, do raciocínio, do processo de tomada de decisão, da interação homem-máquina, do estresse, do treinamento etc. Abrange usabilidade, confiabilidade humana e operabilidade de sistemas.

É necessário que se compreenda a interrelação do cérebro humano com o ambiente. Para isso, na análise cognitiva devem ser considerados aspectos como o nível de estresse dos trabalhadores, a capacidade cognitiva, o nível de motivação, o grau de competência e a influência dos turnos da jornada laboral sobre o trabalho realizado [7].

O modo como a pessoa executa uma tarefa é através de atividades que consistem na mobilização do corpo com a inteligência para atingir determinados objetivos em condições específicas. Logo, a forma da execução dependeria do contexto, das prescrições, do estado de saúde, da ambiência organizacional, das ferramentas, das relações profissionais, das metas a serem batidas, das condições físicas do posto de trabalho, dentre muitas outras variáveis [8].

A relação do homem com o trabalho pode ser avaliada através das relações que um operador estabelece com a sua tarefa. Os instrumentos de trabalho e as máquinas constituem as fontes de informação ao trabalhador, que utiliza os seus órgãos sensoriais para interpretar e decidir a ação que tomará para atender à demanda solicitada. Ato contínuo, a ação tomada torna-se fonte de novas informações a serem detectadas e tratadas pelo operador, criando-se uma cadeia homem-tarefa.

As informações de entrada são provenientes da tarefa e do meio ambiente laboral e captadas pelos órgãos sensoriais. As funções mentais utilizadas variam entre mecanismos de detecção (receber a informação), de identificação (distinguir entre informação útil e inútil) e de interpretação (dar um significado na informação). Deve ser considerada ainda a memória, que se baseia em experiência passadas.

A tomada de decisão é decorrente dessas operações mentais e pode se manifestar de diversas maneiras: movimento, espera, ordem etc. Ou seja, a atividade mental prepara e comanda a atividade física, estando ambas intrinsecamente ligadas, já que um tratamento deficiente da informação pode provocar um ato inadequado.

Ao contrário da parte física do trabalho, que é possível de se observar, descrever e decompor, a atividade sensorial laboral não é aparente. Porém, existe em todas as atividades, até mesmo nas mais simples. Logo, A atividade é composta por uma parte observável, o comportamento visível, e uma parte não-observável, relacionada à experiência, ao estado emocional, à condição física, à sensibilidade individual e ao raciocínio [8].

*“Para poder realizar sua tarefa, uma pessoa tem que perceber os estímulos do ambiente, receber a informação de outras pessoas, decidir que ações são apropriadas, levar a cabo estas ações, transmitir informação a outras pessoas para que possam realizar suas tarefas etc.” [9].*

Essas ações: percepção (ou observação), interpretação (ou avaliação), decisão (ou planejamento) e execução (implementação), resultantes do estudo de HOLLNAGEL e CACCIABUE sobre o tema, em 1991, são as que devem ser trabalhadas na *Análise do Trabalho*, se avaliadas sob o ponto de vista cognitivo.

## 2.4 Fatores Humanos

O termo “Fatores Humanos” foi durante algum tempo considerado como sinônimo de Ergonomia, pois ambos eram temas multidisciplinares e tratavam da interação do ser humano com os elementos tecnológicos do meio ambiente laboral.

Segundo Christophe Dejourn [10], “Fator Humano” é a expressão usada pelos profissionais da área de Engenharia para designar o comportamento de homens e mulheres no trabalho, sendo geralmente associado à ideia de erro, falha cometida pelos operadores. Ou seja, parte-se do princípio de confiança absoluta na ciência e na técnica.

COSTA [11] segue na mesma linha ao afirmar que os primeiros estudos sobre os acidentes industriais não enfocavam a prevenção dos acidentes e não ampliavam a visão para as circunstâncias e os determinantes das atividades. Com isso, os acidentes eram vistos como resultados de falhas dos trabalhadores, que estavam no lugar errado, na hora errada e/ou adotando a conduta errada, ou seja, o erro humano. Porém, quando os estudos começaram a analisar os sistemas técnicos percebeu-se que não é possível mudar a natureza humana e que, portanto, pessoas falham e os erros acontecem. Logo, barreiras foram sendo direcionadas para atuar nas condições de execução das atividades.

## 2.5 A ferramenta *Bowtie*

A análise *Bowtie* (BTA) foi desenvolvida pela combinação dos métodos de análise “árvores de falhas” e “árvores de eventos”, no início da década de 70. Consiste em elementos, como perigo, eventos indesejados, ameaças, consequências e controles (preventivos e mitigatórios), organizados em formato de gravata-borboleta. E tem sido extensivamente utilizada em sistemas-críticos, como indústrias químicas, petroquímicas e de mineração.

No início da década de 1990, o uso da técnica avançou substancialmente, após o acidente na plataforma *Piper Alfa*, da *Royal Dutch/ Shell*, que passou a adotar a ferramenta em suas atividades comerciais. A sua abordagem é mais comum na análise de riscos relacionados à segurança quando é impossível ou difícil quantificar o risco, sendo atualmente amplamente utilizada em diferentes tipos de indústrias para melhorar o desempenho de segurança.

SCHMITZ et al [12] relatam que uma das várias técnicas desenvolvidas para o gerenciamento dos riscos é a *BowTie Analysis* (BTA), que ilustra as relações entre barreiras e fatores de gerenciamento. No centro do esquema existe um perigo, que, se não controlado, se torna um evento, com consequências.

Fatores que gerenciam qualidade das barreiras devem garantir que sua eficácia não seja prejudicada com o passar do tempo. Caso o perigo se torne incontrolável e desencadeie o evento central, as consequências irão ocorrer rapidamente. Ou seja, a parte esquerda do esquema *Bowtie* pode levar dias, meses, anos, ou mesmo nunca acontecer, mas, se o evento principal ocorrer, a parte direita do esquema poderia levar apenas alguns segundos.

Existe um *software* específico para aplicação do método *Bowtie*, cujo Manual foi atualizado em 2019. Segundo o documento, a metodologia é usada para avaliação, gerenciamento e comunicação do risco. O método foi desenhado para dar o panorama da situação na qual o risco está presente, ajudando as pessoas a entender a relação entre o risco e os fatores organizacionais. Tudo dentro de uma linha de simplicidade, facilitando ao máximo o entendimento e a aplicação. Importante destacar ainda que se trata de um método qualitativo.

O risco, na metodologia *Bowtie*, é a relação entre perigos, eventos principais, ameaças e consequências. Barreiras são usadas para demonstrar as medidas que a organização possui para controlar o risco.

*Perigo (Hazard)*: É uma atividade ou estado de algo com potencial para causar danos, mas essencial para o negócio. Por exemplo, na indústria de óleo e gás, apesar de o petróleo ser uma substância perigosa (e pode



causar muitos danos quando tratado sem cuidado), e o principal ativo. Por isso, precisa ser gerenciado porque, enquanto estiver sob controle, não será prejudicial.

*Evento Principal (Top Event):* Certos eventos podem causar desvios ou perda de controle sobre o perigo. Na metodologia em estudo, é o que se chama de evento principal. O evento principal ainda não é uma catástrofe, mas características perigosas estão expostas. Por exemplo, óleo fora da tubulação (perda de contenção): se não for atenuado corretamente, poderá resultar em mais eventos indesejados (as consequências).

*Ameaças (Threats):* Os fatores que podem causar o evento principal são chamados de ameaça. Essas ameaças precisam ser suficientes ou necessárias, ou seja, toda ameaça em si deve ter a capacidade de causar o evento principal. Por exemplo: a corrosão da tubulação pode levar à perda de contenção.

*Consequências (Consequences):* Quando um evento principal ocorre, leva a consequências, que acabam por liberar o perigo, resultando em perda ou dano. Logo, devem ser evitadas ao máximo. Por exemplo: vazamento de óleo no meio ambiente.

*Barreiras (Barriers):* Também conhecidas como controles. O controle de riscos é realizado com a colocação de barreiras para impedir eventos aconteçam. Uma barreira pode ser qualquer medida tomada que atue contra alguma força ou intenção indesejável, a fim de manter o estado desejado. Na metodologia *Bowtie* existem barreiras proativas (no lado esquerdo do evento principal) que impedem que o evento principal aconteça. Por exemplo: inspeções regulares à corrosão dos dutos. Também existem barreiras reativas (no lado direito do evento principal) que impedem que o evento principal resulte em consequências indesejadas. Por exemplo: equipamento de detecção de vazamento ou bacia de contenção.

Existem certas condições que podem fazer uma barreira falhar, denominadas fatores de escalção (*escalation factors*). Um fator de escalada é uma condição que leva ao aumento do risco ao derrotar ou reduzir a eficácia de uma barreira. Por exemplo: terremoto que leva a rachaduras no piso de concreto ao redor de uma tubulação. Os fatores de escalção também são conhecidos como fatores de derrota (*defeating factors*) ou mecanismos de redução de barreira (*barrier decay mechanisms*).

## 2.6 Caracterização da atividade a ser analisada

Como, quando se trata de Ergonomia Cognitiva, as atividades de sala de controle são as mais estudadas, e sendo certo que é uma tendência a operação remota de plataformas, procurou-se uma outra atividade na qual a interação homem x máquina é fundamental na indústria petrolífera *offshore*, chegando-se ao operador de guindastes, principalmente pois acidentes em atividades de movimentação de cargas ainda são comuns em plataformas.

Importante ressaltar que ocorrem muitos acidentes com guindastes, sendo fundamental observar, além dos aspectos mecânicos e de máquinas, os Fatores Humanos. Aliás, os Fatores Humanos devem ser estudados de forma intrínseca em todas as atividades laborais, não podendo ficar a força de trabalho *Offshore* “de fora”. E este trabalho tenta abrir o olhar para a questão.

Cada plataforma de petróleo possui pelo menos dois guindastes, que são os principais dispositivos de movimentação de cargas internas, bem como para transporte das cargas de navios de abastecimento para a unidade. Através deles chegam todo tipo de materiais e insumos, como os alimentos que são consumidos pelos trabalhadores. Além disso, por eles também é feito o escoamento daquilo que não é mais necessário na unidade. Ou seja, o seu funcionamento constante é fundamental [13].

Ainda segundo ABRAÇADO [13], o operador de guindaste (guindasteiro) é o responsável pelo uso do equipamento. Ele participa de quase todas as atividades da movimentação de cargas, mantendo contato via rádio com a equipe de área o tempo todo. Também é o profissional responsável pela conservação dos dispositivos que opera e, portanto, deve realizar as manutenções primárias, como troca de óleo, lubrificação e

limpeza, além de vistoriar o equipamento diariamente, preenchendo um *checklist* que servirá como guia para as manutenções corretivas necessárias, estas realizadas pela equipe de manutenção.

Não é simples trabalhar como operador de guindaste em alto mar. O constante movimento das embarcações torna mais difícil a tarefa de manter o equipamento centralizado em relação à carga, ocasionando um movimento de pêndulo que pode gerar colisões. Além disso, fatores como ventos, ondas, correntes marítimas e redução da visibilidade prejudicam o serviço do profissional [14].

Há possibilidade de movimentação de cargas perigosas, bem como de cargas fundamentais para a sobrevivência na plataforma, como alimentos e água para consumo, aumentando a carga de responsabilidade deste trabalhador.

Trata-se de uma atividade tão importante que a Petrobras, desde 2009, possui simuladores de guindastes, na cidade de Macaé [15]. Outras empresas e entidades, como a FIRJAN [16], também já contam com simuladores.

Segundo o Código Brasileiro de Ocupações (CBO), desenvolvido em 2002 pelo então Ministério do Trabalho [16], a descrição sumária do cargo operador de guindaste (fixo) é a seguinte:

*“Operam máquinas e equipamentos de elevação, ajustando comandos, acionando movimentos das máquinas. avaliam condições de funcionamento das máquinas e equipamentos, interpretando painel de instrumentos de medição, verificando fonte de alimentação, testando comandos de acionamento. Preparam área para operação dos equipamentos e transportam pessoas e materiais em máquinas e equipamentos de elevação. Trabalham seguindo normas de segurança, higiene, qualidade e proteção ao meio ambiente.”*

Uma vez definidas as atividades usualmente realizadas pelo operador de guindastes, bem como os principais fatores que podem interferir na rotina laboral, serão destacados os aspectos cognitivos que podem ser abordados na proposta de elaboração da *Bowtie* em questão.

## 2.7 Aspectos cognitivos utilizados na Análise *Bowtie*

Sob ponto de vista da Ergonomia Cognitiva, na análise do trabalho é importante compreender como o trabalhador percebe e age, de acordo com as informações que consegue captar no ambiente à sua volta. Ou seja, como os processos mentais ocorrem em situações que levam a decisões e, em consequência, ações. Esses processos, perceptivos e cognitivos, também denominados “cognição humana”, permitem ao ser humano buscar, tratar, armazenar e utilizar os estímulos (informações) oriundos do ambiente.

De acordo com ST. JOHN [18], a *Bowtie* Cognitiva pode ser uma alternativa simples de abordagem para identificar os Fatores Humanos que apoiam as decisões-chave no controle do processo. É uma ferramenta que foca nas principais decisões relacionadas aos perigos e analisa essas decisões em termos do ciclo de decisão (detectar, interpretar, decidir e agir) e dos fatores humanos cognitivos que os afetam (Figura 1).

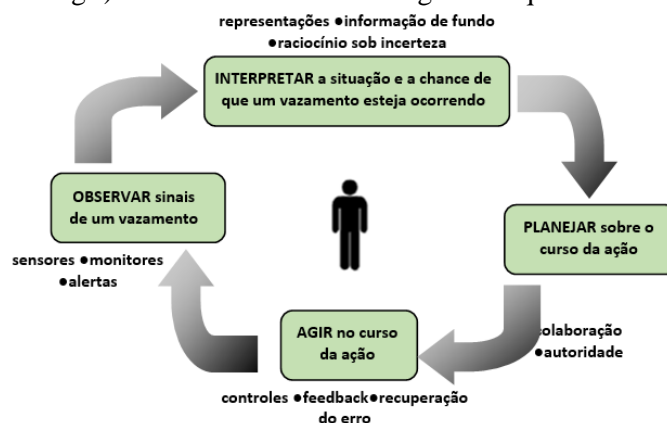


Figura 1 – Exemplo de Ciclo de Decisão e exemplos de fatores humanos que podem ser associados.

Fonte: Adaptação própria para o Português de *Cognitive Bowties: A New Approach to Analyzing Human Factors in Process Control* (p.2) [18]

Primeiro, um problema é detectado. Então, a situação é interpretada para identificar e compreender o problema. Uma decisão é tomada para resolver a situação, seguida da sua implementação. As etapas formam um ciclo contínuo à medida que os impactos da ação são detectados e interpretados e outras decisões são tomadas.

Diante do exposto, pode-se prever as seguintes falhas, a serem considerados em uma Análise *Bowtie*:

Quadro 1 – Possíveis falhas nas funções cognitivas

Função Cognitiva	Possíveis falhas
Observação	Observar objeto errado
	Demorar a observar
	Não observar (omissão)
Interpretação	Falhar no diagnóstico
	Demorar a interpretar
Planejamento	Priorizar as etapas do planejamento de forma errada
	Planejar de forma equivocada
	Planejar de forma incompleta
Ação	Executar de forma errada (excesso de força, direção errada, velocidade acima ou abaixo do necessário)
	Executar no tempo errado (cedo ou tarde demais)
	Acionar controle errado (botões, manivelas etc.)
	Agir fora da sequência planejada
	Não agir (omissão)

Fonte: Elaboração própria.

### 3. RESULTADOS OBTIDOS

#### 3.1 Montagem da Bowtie

Foi identificado como Perigo a queda da carga e o Evento Principal a perda de controle da carga durante uma atividade de movimentação com o guindaste, sendo identificadas três consequências principais:

- 1) Dano à carga. E/OU
- 2) Dano à plataforma, que pode ser estrutural ou não. E/OU
- 3) Dano às pessoas. Para este caso, é possível uma barreira, que seria o impedimento à área de acesso sob influência do transporte, com delimitação da área.

Uma vez que não é permitido o uso de guindastes sob condições climáticas adversas (o que seria uma das causas de perda de controle), as outras duas principais causas que serão trabalhadas são:

- 1) Falha no equipamento (guindaste).
- 2) Excesso de carga.

Para cada uma delas foram inseridos os quatro itens do ciclo de decisão: detecção, interpretação, planejamento e ação. As ameaças relacionadas a Fatores Humanos foram colocadas em verbo (ações), com as respectivas barreiras impeditivas (Figura 2):

Como o foco é a inclusão dos itens de cognição e de Fatores Humanos, outras causas não diretamente associadas ao ciclo de decisão, como itens de manutenção, projeto etc., não foram abordadas.



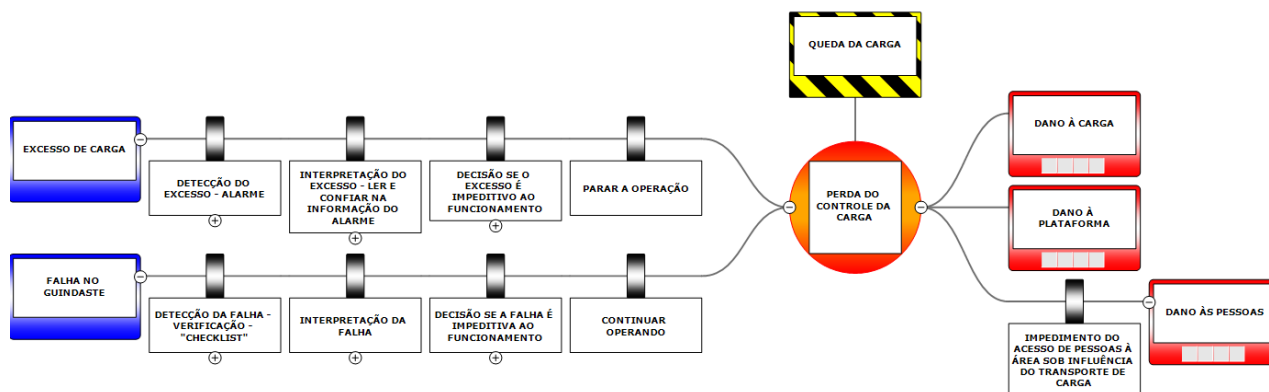


Figura 2 – Diagrama *Bowtie* do estudo de caso – barreiras relacionadas ao ciclo de decisão.

Fonte: Elaboração própria

### Excesso de carga:

Na etapa de detecção (observação), uma forte barreira seria o uso de alarme. Porém, além da falha no equipamento (que pode ser tratada com rotinas de manutenção e testes), duas ameaças de cognição podem ser consideradas, considerando as possíveis falhas nas funções cognitivas já levantadas no Quadro 1:

- 1) Não observância do alarme, que pode ocorrer por falha de projeto (e seria solucionada com a colocação de alarme visual e sonoro posicionado dentro da zona de visão do operador) ou por fadiga do operador, que deve ser tratada com verificação das horas de trabalho e avaliação da sobrecarga laboral.
- 2) Demora na observância do alarme, sendo as duas barreiras a serem aplicadas similares às da não observância.

Detectado o excesso de carga, deve-se interpretar a veracidade/ gravidade da situação. Neste caso, pode-se:

- 1) Demorar a interpretar a informação do alarme, que também pode ocorrer pela fadiga do operador, causada pelo excesso de horas de trabalho, sobrecarga, estresse etc. Logo, todos esses Fatores Humanos devem ser previamente tratados e observados.
- 2) Interpretar o alarme de forma errada, considerando ainda ser possível a movimentação da carga. E, para esta ameaça, a experiência e o treinamento dos operadores são as principais barreiras, traduzidas em simulados; ferramentas que possibilitem a troca de experiências entre operadores (como a criação de um banco de dados); e abrangência de outros incidentes similares, seja na mesma unidade ou até mesmo em outras. Além disso, a disponibilização das tabelas de peso na cabine do guindaste é uma barreira de fácil execução, que pode ser de grande utilidade na interpretação.

Interpretado o excesso, pode-se falhar na:

- 1) Decisão de continuar, que também pode ser controlada pelas barreiras associadas a experiência e treinamentos.
- 2) “*Stop Culture*”, se sentindo o operador obrigado a continuar por medo de “atrasar o serviço” ou mesmo de ser punido e considerado “zeloso demais”. Para isso, devem existir procedimentos robustos e incentivo à parada de serviço sempre que o operador identificar que existe um problema de segurança.
- 3) Demora na decisão de parar, ameaça muitas vezes causada pela insegurança do operador. As barreiras seriam as mesmas das anteriormente identificadas: reforço em treinamentos e na troca de experiências e uma política de “*Stop Culture*” robusta.

Ultrapassadas as barreiras da detecção x interpretação x decisão, se o operador decide continuar a operação, a probabilidade de ocorrência do evento principal (perda do controle da carga) torna-se muito alta.

#### Falha no guindaste:

Considerando as possíveis falhas nas funções cognitivas levantadas no Quadro 1:

Para detecção da falha, a principal barreira é a verificação prévia sempre o equipamento for utilizado, com preenchimento do *checklist*. Essa barreira, inclusive, já é tratada na NR-37 (Segurança e Saúde em Plataformas de Petróleo), com itens associados à necessidade de inspeção dos guindastes antes da sua utilização. Neste caso, a principal ameaça seria não observar a falha, seja pela falta de treinamento/ experiência, ou pela fadiga, sendo necessário trabalhar estas duas barreiras. A existência de procedimentos robustos seria uma outra barreira a ser aplicada.

Observada a falha, deve-se interpretá-la, decidindo se seria impeditiva ou não ao funcionamento do equipamento. O principal erro de interpretação seria na demora, o que reduziria o tempo de reação. Esta demora estaria principalmente ligada a treinamentos/ experiência, dois itens que também podem ser utilizados como barreira na decisão sobre o impedimento, ou não, da operação. As barreiras a esta decisão passam também pelo treinamento/ experiência, mas também são procedimentais e relacionadas à “*Stop Culture*”. Tomando-se a decisão de continuar sem a segurança necessária, a probabilidade de perda de controle da carga aumenta consideravelmente.

Ressalta-se que no Anexo 1 consta a ideia completa para a Bowtie deste estudo de caso.

## **4. CONCLUSÃO**

O objetivo deste trabalho era o de associar a ferramenta *Bowtie* com aspectos cognitivos e de Fatores Humanos, utilizando como exemplo a operação de guindastes de uma plataforma de petróleo e gás. Para isso, estudou-se os temas “Ergonomia Cognitiva” e “Fatores Humanos” na indústria *offshore* no mundo, bem como as normas internacionais e nacionais sobre o tema e a ferramenta *Bowtie* em si. Depois disso, foi escolhido o estudo de caso a ser tratado (perda de controle de carga em atividade de movimentação com uso de guindaste) e proposta a *Bowtie*, utilizando-se as quatro funções cognitivas do ciclo de decisão - observação x interpretação x planejamento e ação, como barreiras para impedir o Evento Principal. Para cada uma delas foram identificadas ameaças (erros humanos), sendo utilizadas medidas relacionadas a Fatores Humanos como barreiras para impedir os erros humanos possíveis dentro das funções do ciclo de decisão.

Verificou-se que tal adaptação é possível, sendo a ferramenta *Bowtie* indicada para trabalhar em conjunto com Fatores Humanos e Ergonomia Cognitiva, principalmente considerando sua baixa complexidade, que permite que seja trabalhada junto com os trabalhadores.

Espera-se que cada vez mais, esta, e outras ferramentas similares que possibilitem a abordagem dos aspectos cognitivos e de Fatores Humanos nos trabalhos em plataformas de petróleo, sejam disseminadas, aplicando os conceitos já existentes na literatura e em normas e legislação, possibilitando, inclusive o seu aperfeiçoamento.

Além disso, uma vez provocadas, espera-se que as empresas do ramo desenvolvam os próprios procedimentos e práticas para inserir esses aspectos em seus estudos de saúde e segurança do trabalho, aprimorando a abordagem deles.

Por fim, espera-se que os conceitos de Ergonomia Cognitiva e de Fatores Humanos sejam cada vez mais enraizados dentro da realidade laboral do país.

## 5. REFERÊNCIAS:

- [1] SIGNIFICADOS BR. **Significado de Ergonomia.** Disponível em <https://www.significadosbr.com.br/ergonomia>. Acesso em: 17 set. 2018.
- [2] FIGUEIREDO, M. **A Face Oculta do Ouro Negro: Trabalho, Saúde e Segurança na Indústria Petrolífera Offshore da Bacia de Campos.** 2. ed. Niterói: Eduff, 2016. 367.
- [3] DNV GL. **The Worldwide Offshore Accident Databank (WOAD)** –. Disponível em <https://woad.dnvgl.com/Login.aspx?ReturnUrl=%2fdefault.aspx>. Acesso em 8 abril 2020.
- [4] MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO. **Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho – Smartlab.** Disponível em <https://smartlabbr.org/sst>, acesso em 17 de maio de 2020.
- [5] AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO – ANP. **Plataformas em operação.** Disponível em <http://www.anp.gov.br/conteudo-do-menu-superior/31-dados-abertos/5547-lista-plataformas-operacao>. Acesso em 8 de abril 2020.
- [6] PEREIRA, R.F. **Análise do Deepwater Horizon Blowout : Aplicação dos Métodos Fram e Stamp,** 2016. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2016.
- [7] MOTA, B.M; LEITÃO, T.M., 2018. **Proposta de um Método Neuroergonômico para Melhoria de Postos de Trabalho.** Projeto de Graduação – UFRJ/ POLI/ Curso de Engenharia de Produção, 2018.
- [8] REIS, A.D.C. **Análise da atividade cognitiva do operador de sala de controle da produção de controle da produção de petróleo on-shore: uma abordagem da ergonomia para atividade.** 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação Engenharia da Produção Mestrado em Ciências de Engenharia de Produção.
- [9] CAÑAS, J.J; WAERNS, Y. **Ergonomía Cognitiva – Aspectos Psicológicos de la Interacción de las Personas con la Tecnología de la Información.** Espanha: Editorial Medica Panamericana, 2001.
- [10] DEJOURS, C. **o Fator Humano/ Christophe Dejours.** Tradução de Maria Irene Stocco Betiol e Maria José Tonelli. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 1999.
- [11] COSTA, P.G.F., 2014. **Diagnóstico rápido em ergonomia: aplicação em plataformas offshore na Bacia de Campos.** Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2014.
- [12] SCHMITZ, P. *et al. Process safety indicators, a review of literature. Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, v.40, n. January, 2019, p.162-173, 2015.
- [13] ABRAÇADO, M.P. **A movimentação de cargas em plataformas offshore: da operação à integração ao projeto.** 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2013.
- [14] <https://opetroleo.com.br/como-trabalhar-embarcado-como-operador-de-guindaste/>
- [15] <https://oniria.com.br/simulador-de-guindaste-petrobras/>  
<https://jornal.usp.br/universidade/laboratorio-da-usp-desenvolve-novo-simulador-naval-de-alta-definicao/>
- [16] <https://www.firjan.com.br/o-sistema-firjan/setores-de-atuacao/simuladores.htm>
- [17] CÓDIGO BRASILEIRO DE OCUPAÇÕES – **Operador de Guindaste Móvel**– Disponível em <https://www.ocupacoes.com.br/cbo-mte/782115-operador-de-guindaste-movel>. Acesso em outubro 2020.
- [18] ST. JOHN, M.F. *Cognitive Bowties: a new approach to analyzing human factors in process control. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, v.2017 – October, p.217-221, 2017.