

AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DA ATIVIDADE COM USO DO EEG NA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA

Fernanda Peçanha Tinoco, RZX Tecnologia, Itajubá – MG, Brasil

ftinoco@rzxtecnologia.com.br

Bruno Azevedo de Lima, Itajubá – MG, Brasil blima@rzxtecnologia.com.br

Felipe Toloí Gastaldo, RZX Tecnologia, Itajubá – MG, Brasil ftg@rzxtecnologia.com.br

José Francisco Toesca Baldassim, RZX Tecnologia, Itajubá – MG, Brasil

jbaldassim@rzxtecnologia.com.br

Marcus Vinícius Chrysóstomo Baldo, RZX Tecnologia, Itajubá – MG, Brasil

vbaldo@rzxtecnologia.com.br

Resumo

Esse artigo apresentar um relato de experiência de uma Avaliação Ergonômica da Atividade de Trabalho na indústria Petroquímica com o uso de Eletroencefalograma (EEG) portátil com objetivo de auxiliar na identificação dos problemas observados e relatados pelos operadores durante a análise e, especialmente, na classificação quanto à criticidade e/ou ao impacto na saúde, segurança e produtividade de cada ponto identificado. A Análise Ergonômica ocorreu em uma atividade de produção de resina de PVC. Por se tratar de área classificada, o uso do EEG não poderia ocorrer concomitantemente à atividade de trabalho. Dessa forma, o equipamento foi utilizado na etapa de autoconfrontação dos operadores. A atividade de trabalho foi acompanhada e filmada pelo ergonomista e, em um segundo momento, o operador com o uso do EEG analisava o vídeo e descrevia a atividade e suas dificuldades. O programa de registro eletroencefalográfico de dados (EMOTIV®) possui 6 métricas de performance, sendo uma delas o estresse, utilizada para essa análise. Foram identificados os pontos com aumento do estresse, relacionando-os com o que o operador observava no vídeo e verbalizava para o ergonomista. Os resultados obtidos na autoconfrontação com a análise do gráfico de estresse do EEG e os dados encontrados durante as observações da atividade e entrevistas foram correlacionados no diagnóstico ergonômico, auxiliando o ergonomista na classificação de cada problema identificado. Outro objetivo para o uso desse método era auxiliar na validação do diagnóstico ergonômico com a liderança, pois permite visualizar os picos de estresse dos operadores quando abordam determinados temas.

Palavras-chave: neuroergonomia; eletroencefalograma; autoconfrontação; análise da atividade; petroquímica.

1. Introdução

Esse artigo é a apresentação de um relato de experiência com uso de registros da atividade eletroencefalográfica (EEG) na avaliação ergonômica em uma empresa do setor petroquímico, realizada no 2º semestre de 2022, pela empresa RZX tecnologia. O uso do equipamento teve como objetivo auxiliar o ergonomista na classificação do diagnóstico ergonômico e na sensibilização da liderança durante o processo de validação. Desta forma, esse artigo tem como foco apresentar o uso do equipamento como ferramenta na avaliação ergonômica, contribuindo para o diagnóstico do ergonomista e principalmente no processo de validação e sensibilização da liderança.

De acordo com Pires e Caruzo (2021), o desenvolvimento de novas tecnologias e sua aplicação na neurociência e o crescimento do campo da ergonomia levam a uma inevitável e produtiva união dos dois saberes, contribuindo para o crescimento e aprimoramento do conhecimento atual sobre os fatores humanos e seus diferentes aspectos. Dessa forma, a neuroergonomia representa o campo de conhecimento com o objetivo de compreender os fatores humanos a partir do estudo da atividade neural.

Vários estudos mostram o uso do eletroencefalograma (EEG) para avaliação dos circuitos cerebrais no comportamento emocional. Dong (2022) apresenta estudos utilizando o EEG portátil para avaliar a diferença no estresse dos professores japoneses quando submetidos aos diferentes modelos de ensino. Os estudos aplicavam o EEG para captar por meio de estímulos visuais e auditivos respostas às diferentes emoções produzidas pelos professores.

É importante destacar que o estresse é considerado um fenômeno neuroendócrino, comportamental, psicológico, emocional e cognitivo que ocorre para promover estratégias eficazes de enfrentamento em resposta a um estímulo reconhecido como desafiador, geralmente denominando de estressor. Cada estressor provoca reações específicas e que as peculiaridades de cada indivíduo determinam uma resposta única em termos de manifestação, duração e intensidade. Ou seja, cada indivíduo possui uma resposta única quando exposto ao mesmo estressor (MASI et al, 2023).

De acordo com Parasuraman e Rizzo (2007), várias pesquisas foram realizadas para permitir a leitura automatizada de sinais de EEG em dispositivos e se mostrou eficiente quando comparada a análise de humanos. Os dispositivos portáteis também possuem filtros de leitura de dados para diminuir os impactos de contaminação de dados como os relativos à movimentação. Niso *et al* (2022) apresentam um estudo comparando 48 dispositivos de EEG portáteis e uma revisão com 110 artigos sobre o tema. O estudo mostra que, embora as pesquisas

clínicas tradicionais permaneçam representadas, elas foram superadas em prevalência por uma categoria de monitoramento cognitivo, em particular, para aplicações que requerem maior mobilidade: o uso de neurotecnologia para detectar estados mentais que ocorrem naturalmente, como fadiga, engajamento ou atenção, permitindo situações irrestritas. O EEG portátil permite que a neurotecnologia saia do laboratório bem controlado e seja utilizado em condições ecológicas muito mais naturais.

O estudo apresentado caracteriza-se pela abordagem qualitativa e de cunho exploratório, que tem seus procedimentos para coleta e análise de dados orientados pelo referencial teórico da Ergonomia da Atividade (GUÉRIN *et al.*, 2002; DANIELLOU, 2007).

Para permitir a aplicação o uso do EEG, visto que a atividade ocorre em área classificada e com uso de EPIs, foi utilizado o equipamento durante a etapa de autoconfrontação utilizada em análises Ergonômicas, especialmente pela corrente francofônica. Daniellou (2005) descreve a autoconfrontação como a apresentação da gravação do trabalhador executando sua atividade, para obter dele seus comentários e explicações.

As entrevistas de autoconfrontação oferecem a oportunidade de ter certeza sobre aspectos da experiência do participante atualizados e explícitos, ainda implícitos na situação. Esta entrevista visa confrontar um indivíduo sobre seu comportamento em uma determinada situação através do uso de vídeo ou exposição fotográfica. Nesse contexto, o sujeito deve observar este registro físico de suas ações e descrever o curso de suas ações para o pesquisador, tornando o momento vivido mais inteligível (Theureau, 2003 *apud* Lima *et al.*, 2021).

Para Cordeiro *et al.* (2021), o processo de autoconfrontação facilita uma compreensão mais detalhada dos problemas enfrentados e dos recursos necessários para alcançar as transformações pretendidas.

A análise ergonômica em relação a outras ciências que analisam a atividade de trabalho, destaca-se por seus conhecimentos serem produzidos a serviço da ação. A validação é fundamental, pois o modelo produzido pelo ergonomista de determinada situação e a estrutura de apresentação desse modelo deve refletir a ambição de agir para transformar as condições de trabalho (PIZO & MENEGON, 2010).

Procedimentos de ordem ética que norteiam a prática da Ergonomia (ABERGO, 2003) foram seguidos, assim como algumas precauções foram tomadas, a saber: os trabalhadores foram informados previamente sobre os métodos da avaliação, incluindo o uso do EEG e captação de imagem, e concordaram com a participação; assim como a empresa também

autorizou tais métodos para avaliação; e o conteúdo e os resultados apresentados neste artigo foram apresentados e validados pela empresa. Além disso, os nomes, imagens (rostos) e determinadas informações foram mantidos em sigilo para preservar os envolvidos, bem como para assegurar que a empresa esteja de acordo com a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD).

2. Desenvolvimento

A avaliação ergonômica apresentada nesse artigo ocorreu em uma empresa do setor petroquímico em Maceió - AL, no setor de produção de resina de PVC, no 2º semestre de 2022. A atividade é executada em bateladas de produção. As equipes operacionais trabalham em turnos de 8h, divididos em 5 grupos, sendo no mínimo 04 operadores por grupo. Os turnos iniciam às 7h, às 15h e às 23h, e ocorrem nessa sequência. São 2 dias em cada turno, exceto os turnos que ocorrem no final de semana, que são de 3 dias (sexta, sábado e domingo) com 4 ou 5 dias de folga. Todos os grupos possuem um Responsável Operacional que acompanha o grupo na mesma escala de trabalho.

Cada batelada é composta por várias etapas diferentes de preparação, as principais etapas são: adição de produtos manualmente; verificação de vedação do reator; adição de produtos de forma automatizada; reação; transferência de produto; limpeza e preparo do equipamento para nova batelada. O setor realiza em torno de 36 bateladas por dia e pode fabricar até 3 tipos diferentes de resina. O processo de fabricação é igual para todos os produtos, onde a principal diferença está na matéria prima e reação dos produtos. A atividade diária é definida de acordo com a programação da produção. São 16 reatores que podem operar de forma simultânea, em etapas distintas. Uma batelada pode iniciar com um grupo de operadores e finalizar com outro grupo.

A produção da resina é realizada em conjunto com a equipe de painel que permanece durante toda a atividade na sala de controle, monitorando e executando as manobras automatizadas. A cada etapa de trabalho executada na área pela equipe de campo, foco desse estudo, é feita a comunicação via rádio com a equipe de painel, e no início e término de cada operação no reator, o operador de campo aciona uma botoeira para comunicar a equipe de painel.

Para a avaliação ergonômica realizou-se uma Avaliação Ergonômica Preliminar (AEP)

de acordo com a Norma Regulamentadora 17 (NR-17), utilizando métodos baseados na Análise Ergonômica do Trabalho (AET) que avaliam a atividade de trabalho em situação real, seguindo as etapas de análise das demandas, avaliação global, acompanhamento das atividades selecionadas para aprofundamento, diagnósticos e validação.

Foram realizadas coletas de dados, observações de campo, entrevistas, acompanhamento das atividades, registros de imagem (foto e vídeo) e aplicação de questionário.

O questionário aplicado foi baseado no método *Ergonomics Work Analyses* (EWA) com a classificação subjetiva do trabalhador: bom (++), regular (+), ruim (-) e muito ruim (--), enquanto os pontos apresentados no diagnóstico ergonômico foram classificados de acordo com a mesma metodologia para auxiliar na priorização das ações. O analista classifica os vários fatores em uma escala, geralmente de 1 a 5. O valor 1 é dado quando a situação apresenta o menor desvio em relação à condição ótima, ou geralmente aceitável, para as condições e arranjo espacial do trabalho. Os valores 4 e 5 indicam que a condição de trabalho ou o ambiente podem eventualmente causar danos à saúde dos trabalhadores. Os questionários foram anonimizados e disponibilizados a toda equipe com o preenchimento voluntário.

Para complementar a avaliação ergonômica e auxiliar o ergonomista na classificação de cada item do diagnóstico ergonômico, realizou-se a avaliação neuroergonômica através do registro da atividade cerebral com uso da eletroencefalografia portátil (EEG). Os dados foram extraídos do programa do próprio equipamento de EEG (EMOTIV®), o qual fornece automaticamente métricas individualizadas para Interesse, Engajamento, Relaxamento, Excitação, Foco e Estresse, sendo esta última a métrica utilizada para análise.

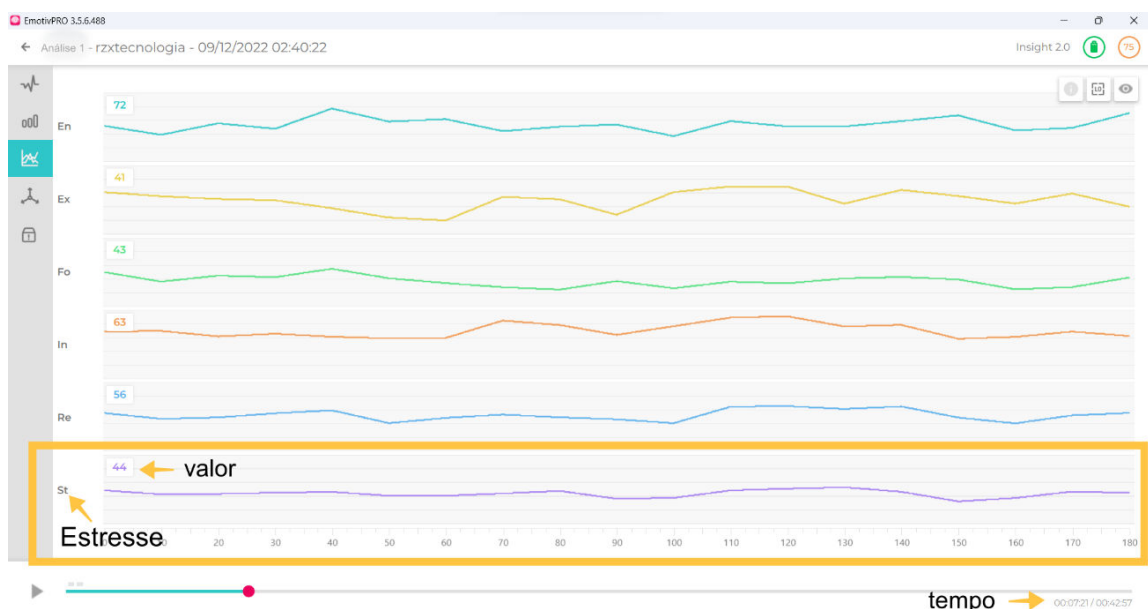
Como a atividade ocorre em área classificada e é necessário o uso de capacete e máscara respiratória panorâmica, não foi possível o uso do EEG concomitante com a atividade. Desta forma, foi utilizada a metodologia de autoconfrontação da ergonomia, onde a atividade é acompanhada e registrada pelo Ergonomista. Em um segundo momento, as imagens são apresentadas aos operadores, os quais descrevem a atividade e explicam os pontos questionados pelo Ergonomista ao mesmo tempo em que é realizado o registro de EEG (EMOTIV®; frequência de amostragem: 128 Hz; resolução: 16 bits; 5 canais: AF3, AF4, T7, T8, Pz).

O acompanhamento ocorreu em todos os turnos de trabalho com 04 operadores diferentes nas diversas etapas do processo como carregamento de produtos, teste de vedação, limpeza de rotina e com uso da *jetcleaner* e preparo de solução.

Os operadores passaram pelo processo de autoconfrontação com o uso do EEG em uma sala no Centro de Apoio Local (CAL), que é um ambiente fechado com os postos computadorizados para execução das atividades administrativas e espaço de pausas para os operadores de campo. A autoconfrontação foi filmada para ser correlacionada com os dados do EEG. Após todas as coletas, os dados de EEG e vídeo foram analisados seguindo algumas etapas.

Primeiramente, realizou-se a exportação dos dados de coleta do EEG do programa do próprio equipamento chamado EMOTIVPRO para tratamento. Os dados do EEG apresentam as métricas em uma escala de 0 a 100 e definidas medições a cada 10 segundos. Utilizaram-se apenas os dados referente ao Estresse para a análise (**Figura 1**). Os dados foram apresentados em um gráfico, calculando assim a média de todos os pontos do conjunto coletado por operador. A definição dos picos de Estresse considerou todo ponto com um acréscimo de 15% do valor médio, estabelecendo assim o valor mínimo de cada coleta para análise (**Figura 2**).

Figura 1 - Tela com métricas do EMOTIVPRO



Fonte: Autor, 2022

Figura 2 - Gráfico de análise do estresse para as medições do EEG



Fonte: Autor, 2022

Todos os pontos acima do valor mínimo para análise foram correlacionados com o vídeo, criando um quadro (Quadro 1) com uma descrição resumida para cada situação e classificando o tema da descrição em questão.

Quadro 1 - Quadro resumo dos pontos analisados

Ref.	Valor	Tempo	Tema	Descrição resumida
1	57,6%	00:01:50	Jetcleaner	Jetcleaner. O uso após a sobra de lama (retira do berço o e posiciona até o reator).
2	61,6%	00:19:10	Funil	Comenta sobre a necessidade do uso do funil pois se não tem risco de queda de bombona ou saco. E nesses casos só resolve se drenar toda a batelada. Não tem como tirar sem drenar. Vai perder o produto. O impacto que tem é esse.
3	59,4%	00:37:20	Ritmo de trabalho	Ainda sobre o ritmo de trabalho, que é cansativo, que passou 10 anos fora e retornou há 9 meses, e comenta que em 6 meses de trabalho perdeu 6kg.
4	60,6%	00:39:00	Organização do trabalho	Embora tenha uma tabela mensal sobre quem será responsável por que área/atividade (topo, complexo) no início do mês o grupo se organiza para dividir entre eles e alternar para não ficar mais pesado para ninguém. Ente eles, eles revezam durante o turno/escala.

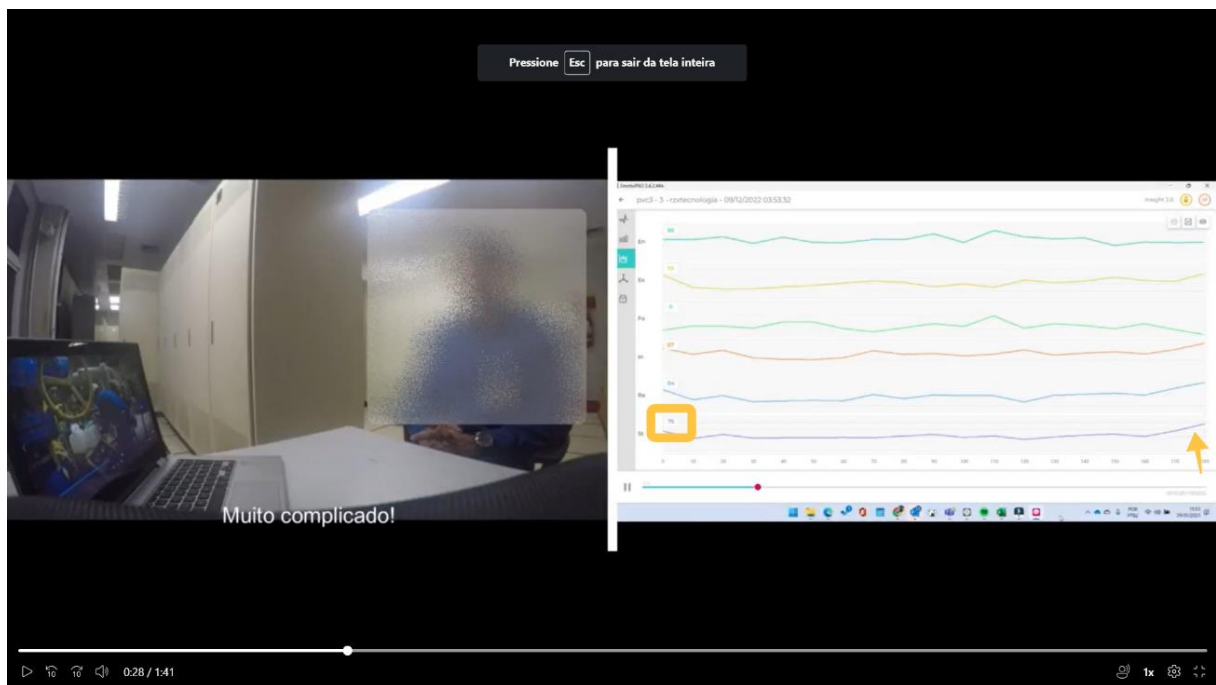
Fonte: Autor, 2022

É importante reforçar que cada indivíduo possui um comportamento e não existe um padrão médio para cada atividade, por esse motivo, o cálculo utilizado foi de um acréscimo na média estabelecida por cada operador nas medições. O objetivo é buscar pontos que fujam a média e identificar possíveis fatores contribuintes para esse aumento.

A validação dos aspectos ergonômicos ocorreu em etapas ao longo do estudo. Primeiramente, com uma confrontação com as equipes técnicas/trabalhadores durante as avaliações para confirmar a adequada compreensão destes, considerando sempre o ponto de vista dos avaliados. Em um segundo momento a validação ocorreu com a apresentação estruturada para as lideranças.

Para a etapa de validação com as lideranças diretas (supervisores e coordenador), apresentou-se os itens com o diagnóstico ergonômico, os impactos diretos e as propostas de melhoria. Foram selecionados alguns trechos de vídeos referentes a pontos de pico de estresse para a liderança observar a correlação entre o gráfico do EEG e o relato do operador. A Figura 3 é um trecho de um vídeo apresentado em reunião, em que o gráfico do EEG apresenta um pico enquanto o operador relata a dificuldade de executar uma atividade.

Figura 3 - Imagem captada do vídeo com o operador relatando a atividade e a medição do EEG ocorrendo simultaneamente



Fonte: Autor, 2022

Ocorreu, ainda, uma apresentação para as lideranças da empresa (diretor e gerentes) apresentando o método de análise realizado e uma tabela resumo com todos os pontos do diagnóstico ergonômico, impactos diretos, a classificação dos operadores e do analista de acordo com o método EWA, a correlação com os dados do EEG, quando existente, além da recomendação (Figura 4). A análise ergonômica finalizou com a entrega do relatório de ergonomia contendo todos os pontos apresentados nas validações, incluindo a explicação sobre

o método de análise, apresentados nesse artigo.

Figura 4 - Quadro resumo da análise ergonômica

Nº Relatório	Item	Impacto	Neuro	Frequência	Classificação		Recomendação	Avaliar abrangência
					Analista	Operadores		
25	Máscara de proteção respiratória	Risco de acidente e aumento do deslocamento.	Sim	Diária	5	Boa: 10 Regular: 6	Verificar modelos de máscaras que possibilitem a adaptação de óculos/lentes de grau. Verificar se a sala de preparo de soluções não será mais habilitada para tal função. Em caso positivo, adequar o ambiente para o armazenamento e troca dos EPIs.	x
21	Geladeira de catalizadores fora de operação com frequência	Desgaste físico, aumento no tempo de execução da atividade e risco de impacto na qualidade e segurança do produto devido à temperatura.	Sim	Esporádica	4	Boa: 9 Regular: 6	Verificar se a geladeira está na lista de equipamentos críticos - prioridade na manutenção. Verificar se a lista de peças de reposição da geladeira está atualizada e adequada. Substituir a geladeira que está inoperante. Verificar a reposição de estoque da geladeira: é feita com base na programação e se os recipientes são reorganizados na geladeira para que os mais antigos sejam consumidos primeiro.	
22	Organização e identificação dos catalizadores	Risco de erro no processo e acidente	Não	Diária	4	N/A	Verificar se há possibilidade de instalar novos pontos de iluminação que direcione para as prateleiras Inserir placas de separação física entre as bombonas de pesos diferentes. Identificar o peso à frente dos recipientes, nas prateleiras. Uso de display com fonte grande e clara	
23	Identificação dos catalizadores - etiquetas	Aumento no tempo de execução e perda da rastreabilidade.	Sim	Diária	4	Boa: 11 Regular: 5	Testar o uso de plástico tipo "contact" para proteger a etiqueta e permitir a sua retirada sem danificar ou; Trocar o tipo de etiqueta para uma com acabamento vinílico; Aumentar o tamanho da fonte da etiqueta, especialmente do peso - item com maior risco no caso de leitura equivocada.	
27	Jet cleaner e ponte rolante	Risco de acidente	Sim	Mensal	4	Boa: 10 Regular: 6	Substituir o controle da ponte rolante por outro que funcione sem fio. Verificar a possibilidade de uso de uma escada plataforma durante o posicionamento da jet cleaner para permitir melhor ângulo de visão, após a troca do controle. Verificar a existência de equipamentos mais leves e menores para a limpeza dos reatores. Caso não exista um equipamento para substituição total da jet cleaner, verificar se há algum equipamento que permita aumentar o intervalo de tempo de uso da jet cleaner para que seu uso se torne cada vez menos frequente.	
30	Desgaste físico	Desconforto osteomuscular e desgaste físico.	Sim	Diária	4	Boa: 5 Regular: 8 Ruim: 2 Muito ruim: 1	Verificar se as válvulas de uso contínuo possuem manutenção preventiva. Se sim verificar se a periodicidade atende, evitando que as válvulas e braço fiquem resistentes. Estudar o uso da "bailarina" ou ferramenta similar para diminuir o esforço durante a lavagem. Alteração da altura e posicionamento das válvulas de quebra de vácuo dos reatores no caso de alteração de projeto ou substituição de equipamentos. Para minimizar o impacto é importante que as válvulas não exijam força/esforço para abertura e fechamento. Se possível, reduzir à altura do funil da sala de preparo do CH 33 e CH 37. Caso negativo aumentar a bancada de apoio do saco com produto. Adquirir palete com ajuste altura Reposicionar as válvulas de abertura de água dos reatores k ao P. Verificar a possibilidade de reposicionar o botão de abertura da BV Instalar mais lanternas Adquirir mais funis	x
24	Acesso aos reatores	Risco de acidente	Não	Diária	3	Boa: 10 Regular: 6	Instalar um corrimão no lado direito das escadas. Verificar a necessidade de um corrimão móvel, caso possa ocasionar obstrução de uma área de manutenção ou demais atividades.	
26	Baixa Iluminância	Maior probabilidade ao erro e risco de acidente	Não	Diária	3	Boa: 9 Regular: 7	Instalar mais pontos com lanternas, evitando que a necessidade de que os cabos obstruam a passagem principal. Aumentar a potência das lanternas. Melhorar a iluminação dos demais pisos da área 21, especialmente o térreo.	x
31	Piso degradado	Risco de acidente	N/A	Diária	3	N/A	Realizar a manutenção do piso	x
29	Livro de passagem de turno	Risco de erro e retrabalho	Sim	Diária	2	Boa: 14 Regular: 2	Verificar a substituição do livro por um arquivo digital. Importante garantir o computador disponível na CAL e local para armazenamento dos arquivos que não seja impacto no caso de troca do equipamento.	x
28	Procedimento para pesar o material	Aumento do desgaste físico e carga cognitiva	Sim	Diária	2	Boa: 7 Regular: 8 Ruim: 1	Definir o procedimento adequado e orientar todos os operadores. Para o caso de pesar todos os produtos, instalar uma balança próxima ao centro da área. Inserir na etiqueta a margem de erro aceitável ou disponibilizar a calculadora próximo a balança.	
32	Inspeção de O-ring	Risco de acidente e desgaste visual	Sim	Diária	2	Boa:13 Regular: 3	Instalar uma bancada de inspeção para o ROI com iluminação adequada	

Fonte: Autor, 2022

3. Resultado

Os gráficos das 4 medições de EEG produziram um total de 29 pontos para análises, referentes aos acompanhamentos da atividade de fabricação de resina e correlacionados com os vídeos identificando os temas abordados (Quadro 2).

Quadro 2 - Total de pontos coletados por medição

Coleta	Tempo de coleta	Valor médio	Valor mínimo para análise	Quantidade de pontos para análise
Análise 1	42 min	40,6	55,6	4
Análise 2	36 min	41,1	56,1	8
Análise 3	36 min	40,9	55,9	3
Análise 4	50min	39,8	54,8	14

Fonte: Autor, 2022

Durante a avaliação ergonômica foram observados 12 itens no diagnóstico ergonômico referentes à atividade de fabricação de resina de PVC e destes 8 tiveram correlação com a análise do EEG.

Durante a reunião com as lideranças diretas, a resposta foi positiva, evidenciando que é possível detectar, com o presente método, pontos que geram impacto negativo para o operador. Pontos esses, por vezes, já conhecidos pela liderança, mas ainda aguardando resolução. A evidência gráfica de um nítido aumento do nível de estresse revela, claramente, o impacto para o operador, pois há uma nítida carga de estresse envolvida, não apenas um comentário. Embora a liderança pudesse ter conhecimento prévio de um problema, não conseguia ter uma noção clara do quanto impactava o trabalhador.

As lideranças da empresa confirmaram, durante a apresentação, se os coordenadores possuíam conhecimento sobre os itens apresentados, tendo solicitado que fosse gerado um plano de ação para acompanhamento e controle.

4. Discussão

O uso do EEG durante a etapa de autoconfrontação permitiu a identificação de picos de estresses quando o operador observava a execução da atividade no vídeo e/ou explicava determinadas situações para o ergonomista.

Não foram encontrados, na literatura pertinente, relatos anteriores que auxiliassem na definição de valor mínimo para a análise, mas os critérios utilizados permitiram identificar 29 pontos de pico de estresse que foram correlacionados com a descrição da atividade. Dos 12

itens observados no diagnóstico ergonômico, 8 também apareceram nas análises do EEG, auxiliando o ergonomista na classificação dos problemas observados.

A classificação do analista segue as orientações do método EWA com uma nota de 1 a 5, sendo 1 quando a situação apresenta uma condição aceitável e para notas de 4 e 5 situações que oferecem risco à saúde ou segurança dos trabalhadores. De maneira que o ergonomista observa o pico de estresse que o problema causa ao operador e se o mesmo tema causa o pico de estresse em mais de um operador, contribuindo de maneira positiva para a classificação das notas.

É importante destacar que embora o senso comum direcione a palavra “estresse” para uma conotação negativa, ele é fundamental para ativar respostas neurovegetativas e sensoriomotoras adequadas a situações críticas. Ele também pode ser gerado no trabalhador durante a autoconfrontação pelo receio de esquecer ou responder algo errado referente ao processo de trabalho. Por esse motivo, o pico de estresse, por si só, no gráfico do EEG não deve ser considerado como um problema. A análise da atividade, observação e entrevistas são fundamentais para buscar evidências no EEG que corroborem os relatos dos operadores e a avaliação do ergonomista, permitindo uma análise ainda mais robusta para auxiliar a classificação dos diagnósticos apresentados e sensibilizar a liderança para as melhorias propostas.

5. Conclusões

Avaliação neuroergonômica permitiu identificar pontos de estresse que corroboravam as observações e entrevistas realizados pelo ergonomista durante o acompanhamento das atividades de produção de resina de PVC.

O uso do EEG não teve como objetivo substituir a análise ergonômica para a identificação do diagnóstico ergonômico, mas sim como ferramenta complementar que auxilia o ergonomista na análise crítica de cada item e, por consequência, na classificação de cada item, quando o ergonomista optar por esse tipo de metodologia.

É necessário o desenvolvimento de novas pesquisas e análises sobre o tema para contribuir para o desenvolvimento do método de análise dos dados, visto que o uso do EEG em avaliações ergonômicas do trabalho é relativamente novo e a tecnologia tem evoluído nos últimos anos de forma considerável.

Por fim, mas não menos importante, a análise do EEG contribuiu para a sensibilização das lideranças e níveis decisórios, de acordo com os relatos obtidos nos momentos de validação. A alteração na curva de estresse ao descrever determinada atividade expõe, para a liderança, os impactos negativos existentes, oferecendo claras oportunidades de melhoria. Por vezes, a compreensão, pelos níveis decisórios, da real dificuldade vivenciada pelos operadores impacta a transformação dessas atividades, transformação essa que deve ser o principal objetivo do ergonomista: parafraseando Guerin, “conhecer para transformar”.

6. Referências bibliográficas

ABERGO. Código de Deontologia do Ergonomista Certificado. Norma ERG BR 1002, 2003. Disponível em: <<http://www.abergo.org.br>>. Acesso em: 01 out. 2022.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Dispõe sobre a proteção de dados pessoais e altera a Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014 (Marco Civil da Internet). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, edição 157, seção 1, p. 59, 15 ago. 2018.

BRASIL. Norma Regulamentadora 17: Ergonomia. Portaria MTP n.º 4.219, de 20 de dezembro de 2022 22/12/22. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-17-atualizada-2022.pdf>

CORDEIRO, C.; MAIA, N.; DUARTE, F. The Workplace Role in Integrated Operations: Contributions and Limits of a Collaborative Environment *In: Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer International Publishing, 2021, p. 96-103. https://doi.org/10.1007/978-3-030-74602-5_15

DANIELLOU, F. The French-speaking ergonomists' approach to work activity: cross-influences of field intervention and conceptual models. *Theoretical Issues in Ergonomics Science* Vol. 6, No. 5, September 2005, 409–427

DANIELLOU, F. A Ergonomia na condução de projetos de concepção de sistemas de trabalho. *In: FALZON, P. (ed.) Ergonomia*. São Paulo: Blucher, 2007.

DONG, J. Analysis of Emotional Stress of Teachers in Japanese Teaching Process Based on EEG Signal Analysis , Hindawi Occupational Therapy International, 2022. Article ID 2593338, 11 pages <https://doi.org/10.1155/2022/2593338>

GUÉRIN, F. *et al.* **Compreender o trabalho para transformá-lo: A prática da ergonomia.** São Paulo: Blucher, 2002.

LIMA, T.; BROBERG, O.; ESTEVES, F. Co-creation Workshops for Innovation in Places: The Role of Boundary Objects. *In: Lecture Notes in Networks and Systems.* Springer International Publishing, 2021, p. 156–164. https://doi.org/10.1007/978-3-030-74602-5_15

MASI, G.; AMPRIMO, G.; FERRARIS, C.; PRIANO, L. Stress and Workload Assessment in Aviation-A Narrative Review. *Sensors.* Apr; 2023. Doi: [10.3390/s23073556](https://doi.org/10.3390/s23073556)

NISO, G.; ROMERO, E.; MOREAU, J.; ARAUJO, A.; KROL, L. Wireless EEG: A survey of systems and studies. *NeuroImage*, Volume 269, 2023.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2022.119774>

PARASURAMAN, R.; RIZZO, M. **Neuroergonomics: The Brain at Work.** Oxford University Press, New York. 2007.

PIRES, E.; CARUZO, M. NEUROERGONOMIA: UM DIÁLOGO ENTRE AS NEUROCIÊNCIAS E A ERGONOMIA. *Boletim Interfaces da Psicologia da UFRuralRJ, Seropédica*, v. 5,; pp.147-162, 2021 ISSN 1983 – 5507. Acesso em: 29/06/2022 Disponível em: <http://costalima.ufrj.br/index.php/bipsi/article/view/1061>

PIZO, C.; MENEGON, N. Análise ergonômica do trabalho e o reconhecimento científico do conhecimento gerado. *Produção*, v. 20, n. 4, out./dez. 2010, p. 657-668 doi: 10.1590/S0103-65132010005000058

