### AVALIÇÃO DE RISCOS EM ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO AERONÁUTICA ATRAVÉS DE *BRAIN GAMES*

Daniel Tourón Saramella

Cursando Engenharia Mecânica – UCP

dantouron@hotmail.com

José Cristiano Pereira

Professor Doutor, em Engenharia de Produção – UFF

[josec.pereira@ge.com](mailto:josec.pereira@ge.com)

Milena Lagreca

Graduada em Engenharia da Computação e Engenharia de Produção– UCP

milena.lagreca@ge.com

# INTRODUÇÃO - OBJETIVO

Analisando o histórico de acidentes aéreos ocorridos pela manutenção de aeronaves é possível concluir que atualmente o percentual de erros humanos equivale a cerca de 80%, estando bem acima das falhas mecânicas com cerca de 20%, que também podem estarrelacionadasao homem, como: erro de projeto, erros de instalação ou montagem, postergação de manutenção entre outros.

A manutenção de aeronaves é um serviço bastante complexo, sendo necessário diversos profissionais com qualificações e expertises diferentes. Um acidente aéreo não é causado por um único erro, mas sim pelo acúmulo e do ponto de vista dos fatores humanos, não existe a possibilidade de uma operação humana livre de erros.“*Dizer que o acidente é devido à falha humana é tão útil quanto dizer que uma queda é devida à ação da gravidade*”, [7].

Considerando o ser humano como a parte mais frágil e valiosa do sistema e que este, não pode ser substituído pela máquina, faz-se necessário encontrar formas de reduzir os erros humanos. Neste contexto as organizações tornam-se responsáveis em mudar as situações com potencial de acidentes, incorporando sistemas capazes de eliminar as oportunidades para o erro ou de reduzir os riscos.

Conforme a idéia dos sistemas de defesa de REASON (2000), ou seja, criar barreiras tecnológicas e salvaguardas para evitar as falhas,este estudo propõe um método para detectar os fatores humanos críticosantes da tarefa a ser executada ocorrer,utilizando*softwares* baseados em *Brains Games* – jogos cerebrais interativos, assim de forma dinâmica e rápida, os resultados passam por uma análise estatística, podendo informar a ocorrência de alguma anormalidade, como estresse, depressão, fadiga, uso de álcool entre outros.Torna possível o reconhecimento de possíveis riscos à operaçãoe o aproveitamento do melhor desempenho humano.

Dentre as diversas funções da manutenção aeronáutica, optou-se, realizar a pesquisa para as atividades:Inspeção final, em qualquer setor de inspeção, exemplos: inspetor de limpeza, inspetor configurador, inspetor mecânico,a escolha deste profissional é pela responsabilidade e atenção que o inspetor deve ter ao aprovar uma peça ou serviço; e Mecânico, por se tratar de um profissional sobre pressão ao cumprir prazos de entrega. Apesar desta pesquisa estar voltada para atividades de manutenção aeronáutica o uso de *Brains Games* pode ser associado a trabalhos de outras áreas, por exemplo: Quando um médico for fazer uma cirurgia e estiver com as mãos trêmulas, o *software* irá identificar e impedir que o mesmo realize sua tarefa podendo até salvar a vida do paciente.

Estudos anteriores anteriores sobre fatores humanos e *Brain Games* não abordam a análise de risco com a utilização de *Brain Games*em manutenção aeronáutica. A seção 2 descreve alguns desses trabalhos. Este artigo apresenta respostas para as seguintes perguntas:

1. Os *Brain Games* podem ser utilizados na identificação de fatores humanos críticos?
2. Quais os benefícios associados a utilização de *Brain Games*?

# FATORES HUMANOS E *BRAIN GAMES*

# *Fatores Humanos Na Aviação*

O campo de estudos dos Fatores Humanos iniciou-se na aviação. Este conhecimento foi estruturado durante a 2ª Guerra Mundial em decorrência dos inúmeros acidentes ocorridos e da necessidade de adaptar, então, veículos militares, aviões e demais equipamentos bélicos, às características físicas e psicofisiológicas dos soldados, especialmente em situações de emergência e pânico. [11]

Quando se fala de Risco em Aeronáutica implicitamente vêm à luz os conceitos de Erro Humano e Fator Humano.Erro Humano - pode ser definido como falha das ações planejadas ou na execução de uma tarefa específica, para atingir o objetivo desejado, sem a intervenção de algum evento inesperado. [8]; O Erro pode ser classificado em ativo, latente e de omissão conforme abaixo:

Diferentemente do erro a violação é reconhecer atitude incorreta ao não seguimento dos procedimentos e persistir, não se importando com os efeitos que tal atitude pode ocasionar. Vários aspectos podem causar este comportamento como: Desejo de poupar tempo e energia; Percepção que certas regras são muito restritivas e não-aplicáveis; Falta de imposição de regras no local de trabalho. A violação aponta para o perigo, risco não permitido.

Fatores Humanos (segundo a FAA) - é o estudo do ser humano como parte central de qualquer sistema: na identificação de suas capacidades e limitações para adaptá-las conforme os demais componentes; na quantificação do desempenho humano através de medidas como tempo, unidades de trabalho, segurança, erro, e mudanças necessárias relacionadas a uma situação específica; e na projeção ou modificação de sistemas de acordo com as necessidades identificadas, buscando o melhor desempenho humano possível.

Vários fatores afetam a performance humana, devido a um grande número de acidentes e incidentes de aviação relacionados aos fatores humanos ocorridos no final dos anos 80 e início dos anos 90, desenvolveu-se um conceito conhecido como “Dirty Dozen” (ou traduzido “Doze Vilões”), em 1993, por Gordon DuPont enquanto trabalhava para a agência de Transporte do Canada.

Trata-se de doze condições, que influenciam o indivíduo degradando sua capacidade de realizar tarefas de forma eficaz e segura, são elas:falta de comunicação, complacência, falta de conhecimento ou treinamento, distração, falta de trabalho em equipe, fadiga, falta de recursos, pressão, falta de assertividade, estresse, falta de consciência e falta de normas. Esta metodologia é adotada pela indústria da aviação como um meio direto para discutir o erro humano na manutenção.

Os erros mais comuns analisados pela Boeing da aeronave B767 com 276 casos de avarias emmotores em pleno voo (inflights shutdowns), determinou sete causas principais associadas às mesmas: Instalação incompleta 33%; Danos durante as instalações 14,5%; Instalações incorrectas 11%; Equipamento não instalado ou em falta 11%; Foreign object damage (FOD) 6,5%; Soluções, inspeções e testes inadequados 6%; Equipamento não ativado ou desativado 4%.

O processo de gerenciamento do erro é tão importante quanto o próprio produto ou serviço considerado. Diferentes tipos de erros com variados mecanismos de sustentação ocorrem nas organizações e requerem métodos de gerenciamento especíﬁcos.O grande desaﬁo e responsabilidade das organizações é propiciar condições para que sejam eliminadas as condições que potencializam os erros, aumentando as chances de detecção e de recuperação das falhas humanas que inevitavelmente ocorrerão.Os riscos controlados e erros controlados são aplicáveis em um sistema implicitamente seguro. As organizações devem aplicar Programa de Fatores Humanos, Sistema de Gerenciamenro da Segurança Operacional (*Safety Management System* – SMS), e a Cultura da Segurança (*Safety Culture*) para reduzir os erros operacionais e gerenciar os riscos.

Com o SGSO, o conceito de segurança de voo amplia-se para uma abordagem sistêmica e ampla, considerando todos os aspectos que envolvem a segurança na operação de uma aeronave e promovendo a melhoria contínua dos níveis de segurança. [2]

Vale ressaltar que a globalização exerce uma grande influência nas companhias, então é importante que as organizações equilibrem lucro e custos e tentem garantir as defesas implementadas, para isso deve-se analisar os recursos e os objetivos da organização para equilibrar a Produção e a Proteção, Qualquer reparadora aérea**deve** entregar um produto/serviço seguro, para proteger todos a bordo e evitar uma catástrofe.

Existem muitas teorias envolvendo os fatores humanos na aviação, os quais é possível compreender mais sobre o erro humanos. As teorias mais famosas foram conceituadas a seguir.

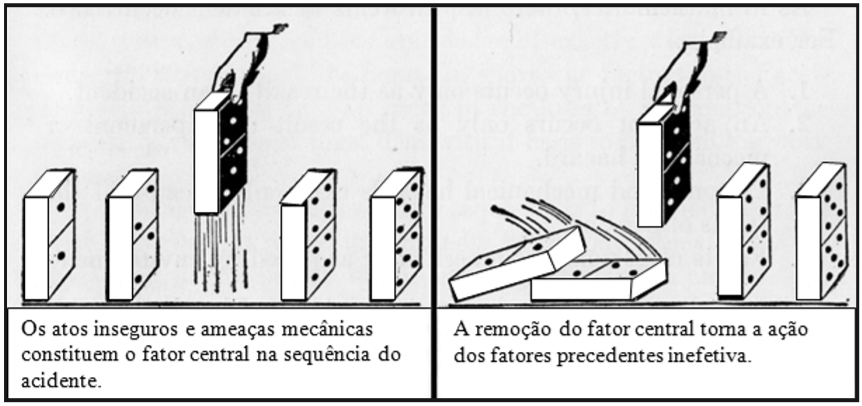
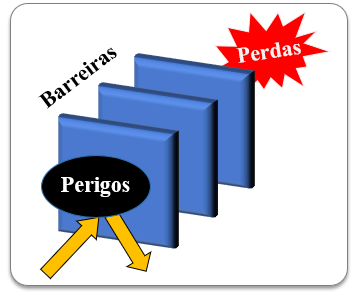
HEINRICH (1931) criou a **Teoria “Dominó”** ou da causa única, trata-se de um modelo linear do tipo causa-efeito. Se um conjunto de condições inseguras (perigos) estiverem alinhadas como um dominó, então um ato inseguro pode levar ao início da queda dos mesmos. Esta teoria é usada na investigação, busca reconstruir a série de eventos que constituem o acidente. [10]A Figura 1 mostra que mesmo após a queda da primeira peça, pode-se prevenir o acidente ao remover qualquer peça seguinte, por exemplo o ato inseguro.

Figura 1 – Teoria do Dominó - acidente evitado.

Fonte: (Revista da UNIFA, 2015)

Inspirado na Teoria dos Dominós, Reason escolheu a imagem gráfica do queijo suíço para explicar seu modelo. Os acidentes aéreos causados por erros na manutenção que podem ser evitados por barreiras e sistemas de alta tecnologia com muitas camadas defensivas, sendo algumas de engenharia, tais como alarmes, barreiras físicas e desligamentos automáticos. O cenário perfeito é ilustrado na Figura 2, onde os perigos não geram perdas devido às barreiras existentes. [8]

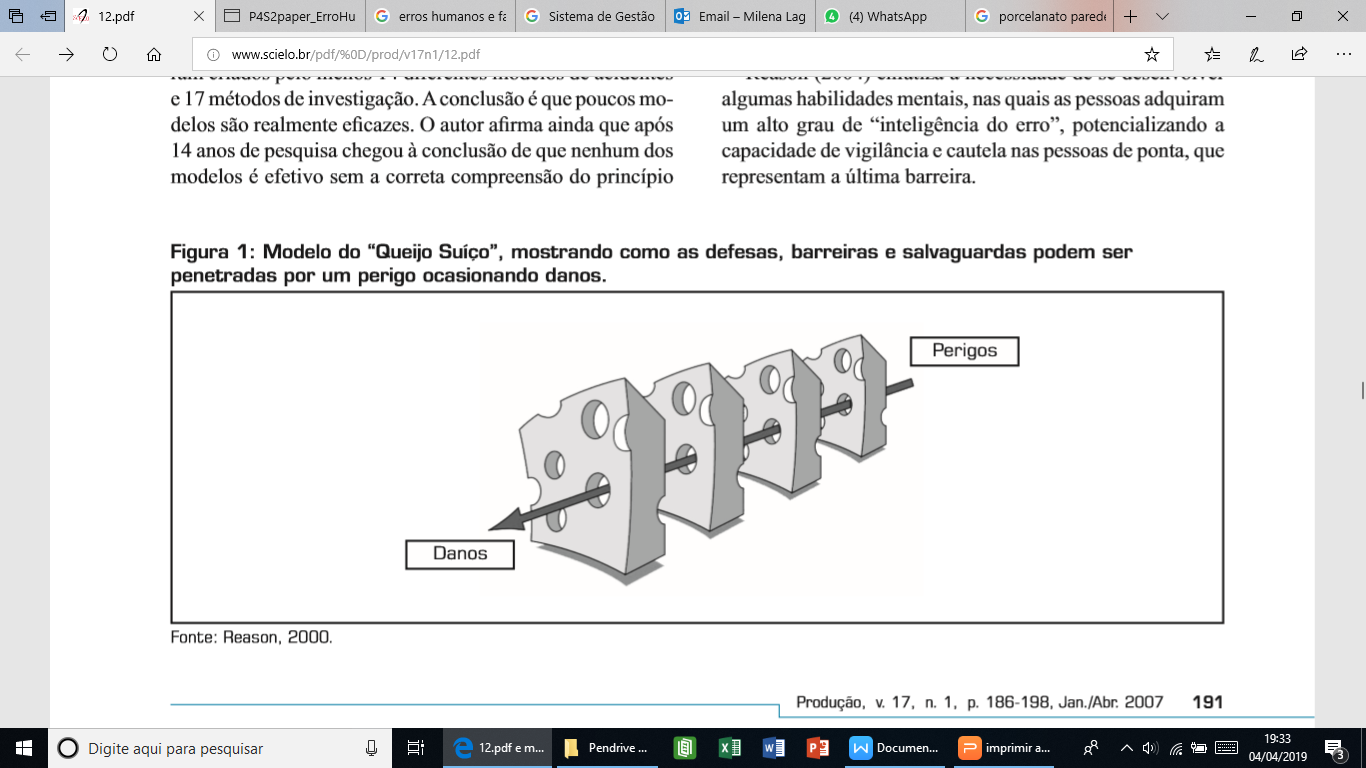
Na verdade, a Figura 2 com o modelo ideal, não corresponde a realidade. Apesar da maioria das defesas funcionarem bem, sempre existirá fraquezas, por isso o modelo assemelha-se a fatias de queijo suíço, cheias de buracos (fraquezas). De forma diferente do queijo, esses buracos estão continuamente abrindo e fechando em diferentes momentos. As camadas tornam estes buracos inofensivos, a menos quando ocorre o alinhamento dos buracos com as diferentes camadas do sistema de defesas, possibilitando a ocorrência de um evento perigoso, conforme Figura 3. Os buracos nas defesas surgem por duas razões: falhas ativas e condições latentes. [9]

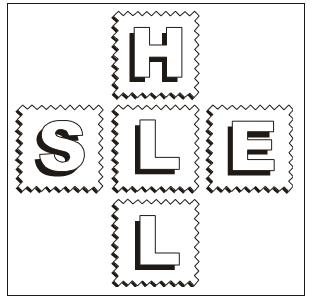
Figura 2 – Modelo ideal de Reason

Fonte: Adaptado, REASON (1997)

Figura 3 – Modelo do “Queijo Suíço” com barreiras penetradas por perigos.

Fonte: REASON (2000)

Outro modelo importantíssimo na aviação é o modelo SHELL, desenvolvido inicialmente por Edwards, em 1972, modificado posteriormente por Hawkins, em 1975, é um modelo de avaliação do desempenho humano, em que o Homem encontra-se no centro de um Sistema, Figura 4, abrangido por:



**S** - Software (suporte lógico, manuais);

**H** - Hardware (ferramentas, equipamentos);

**E** - Environment (ambiente físico, organizacional);

**L** - Liveware group (as pessoas que fazem parte da organização). [6]

Segundo a ICAO (2003), uma excelente interação entre estes elementos numa empresa aeronáutica constitui uma chave para o sucesso da mesma em todos os níveis e para que se alcance esse encadeamento é essencial que haja uma compreensão das características do componente central – o homem.

Figura 4 – Modelo SHELL

Fonte: ICAO (2003)

# *Brains Games*

Apesar dos games serem muitos utilizados para diversas finalidades, os *Brains Games* ainda são considerados como um fenômeno recente nas pesquisas acadêmicas. Segundo ALVES e SANTOS (2016), o termo digital *Brains Games* (jogos cerebrais) vem sendo utilizado para se referir a jogos digitais que estimulam as funções cognitivas, como memória de trabalho, funções executoras, flexibilidade cognitiva, controle motor, planejamento, categorização, entre outras.

Os *Brains Games* são baseados em exercícios simples, como minigames, tais sistemas possuem mecânicas sem as grandes complexidades estéticas, narrativas ou de gameplay que oferecem os videogames tradicionais, cujos gráficos são menos trabalhados do que em outros dispositivos. Estes ambientes caracterizam-se por promover desafios que exigem um tempo máximo de 10 a 15 minutos para serem solucionados diariamente.

As métricas do jogo indicam ao usuário se houve uma melhoria em suas funções executivas, além de sugerir uma ideia de superação, visto que conforme o interator avança nos jogos, uma linha de evolução sobre suas pontuações será marcada em um gráfico para o acompanhamento da performance.

FERREIRA E OLIVEIRA (2014) consideram os *Brains Games*, como subcategoria dos chamados neurogames, como conjunto de sistemas computacionais atrativos que possuem a funcionalidade de exercício e treinamento cognitivo sob o interagente, System Based Training. Este tipo de jogo não é baseado na aprendizagem (Game Based Learning), visto que o aprendizado não é resultado de uma memorização e sim na habilidade em conectar e transformar as informações apreendidas em conhecimento.

Os *Brains Games* que se caracterizam por estimular as funções cognitivas vem ganhando bastante evidência no mercado, a fim de evidenciar as contribuições cognitivas, especialmente na avaliação dos estímulos de crianças, jovens, adultos e idosos que apresentam distúrbios cognitivos, disfunções neurodegenerativas, como sintomas ou diagnóstico de transtornos de Déficit de Atenção e Hiperatividade, Alzheimer, Parkinson, Autismo, entre outros. Para que os jogos digitais como os *brains games* possam contribuir para a estimulação do cérebro, é necessário o rigor e controle para provar se houve plasticidade cognitiva nos jogadores.

Existem vários jogos gratuitos e pagos disponíveis para os sistemas operacionais Android, IOS, Web em diversos idiomas. Exemplos: Brain Wars, Peak, Lumosity, Slices, MemorandoTreine o Cérebro, Brain It On, 94%, Elevate-Brain Training, entre outros. Na pesquisa de campo foi utilizado o software Lumosity, então segue abaixo mais detalhes sobre o funcionamento e tipos de abrangência.

# *Brains Games: Lumosity*

Lumosity é um aplicativo que possui 26 jogos cerebrais na versão gratuita e 60 jogos na versão Pro (paga). Em seu slogan: “Descubra o que sua mente pode fazer, melhore sua memória, aumente sua concentração e relaxe - com o app nº 1 de treinamento cerebral. Você se preocupa com seu cérebro. Nós também”. Apresenta argumentos neurocientíficos, com uma gama de jogos que visam o estímulo cerebral, entre eles memória, aprendizado, atenção entre outros. O Lumosity trabalha nas competências relacionadas com: velocidade, memória, atenção, flexibilidade, solução de problemas e matemática.

Em todos os elementos do site lumosity.com a palavra treino surge, o que vai ao encontro dos estudos neurocientíficos nos quais defende-se o contínuo aprendizado dos indivíduos. Informa que cerca de 95 milhões de pessoas no mundo já utilizaram este aplicativo considerado top 10 de download e que possui 12 anos de lançamento (2007). É desenvolvido com auxílio de uma equipe de neurocientistas responsáveis por pesquisas que trazem evidências que tais jogos para o treinamento cognitivo são eficazes para seus jogadores.

Ao iniciar o treinamento pelo Lumosity, aparece uma interface solicitando ao usuário, preencher o seu tempo de sono e seu estado emocional, pois estes indicadores podem afetar o desempenho cognitivo. Pode-se jogar em qualquer lugar e a qualquer hora, mas recomenda-se um local onde o meio externo seja o mesmo, para não interferir nos resultados.O período no máximo é de 10 a 15 minutos por dia.

Diariamente deve-serealizar 3 jogos distintos, que indicam treinar uma das funções cognitivas indicadas acima. Não existe uma meta diária, antes de iniciar cada jogo é visualizado o maior escore obtido nas interações anteriores. Ao término de cada interação é visualizado os 5 melhores resultados.

A disponibilidade da visualização dos recordes para o jogador remete a vontade de superação performática de si e a maior compreensão dos melhores e piores aspectos cognitivos. Na versão paga permite um entendimento melhor de suas métricas cognitivas.

# METODOLOGIA

Este trabalho tem por natureza a pesquisa de finalidade prática e coleta de dados, portanto tem-se a classificação do estudo:

Do ponto de vista da forma de abordagem ao problema, a pesquisa é quantitativa e qualitativa. Quantitativa: através do uso de *brains games* os resultados coletados diariamente pelo *software* são numéricos, viabilizando a análise estatística e a verificação dos limites de aceitabilidade estabelecido. Qualitativo: Ao analisar a presença de algum fator humano no trabalhador.

Do ponto de vista de seus objetivos, a pesquisa possui caráter exploratório, pois proporciona maior familiaridade com o tema proposto, aprofunda o conhecimento e valida o método presente na pesquisa conforme o estudo caso realizado.

Em relação ao métodos que foram utilizados para a elaboração do avaliadorde desempenho nas atividades de manutenção aeronáutica desenvolvido através de *brains games*:

Análisou-se o referencial teórico e a literatura atualizada utilizando as palavras chaves: Fatores Humanos, *Brains Games* e Manutenção Aeronáutica; Então, foi verificadoa utilização de*softwares* gratuitos baseados em brains games existentes;

Realizou-se a elaboração do questionário para preenchimento diário afim de registrar os resultados de cada participante. Foi possível utilizar o avaliador de desempenho, *software* disponível pela Lumosity, por três voluntários durante trinta dias; quinze dias aleatórios no período noturno e quinze dias no período diurno;

Análisou-se os resultados obtidos para verificar se o *software* pode ser utilizado de acordo com o método proposto neste trabalho, minimizando os erros operacionais identificando fatores humanos críticos;

# RESULTADOS

# *Método proposto para utilizar o avaliador de desempenho em atividades de manutenção aeronáutica desenvolvido através de brains games*

Existem inúmeras pesquisas que estudam os fatores humanos na aviação, no entento há pouquíssimos meios tecnológicos para capturar estas informações.Nota-se a necessidade de desenvolver um novo método para avaliar o desempenho diário dos funcionários das reparadoras aéreas, a fim identificar algum fator humano crítico antes da realização da atividade, evitando no pior dos casos acidentes fatais causados pelo homem.

Os métodos tradicionais de avaliação de desempenho são realizados por checklists, entrevistas e observações do comportamento humano. Para a identificação de algum fator crítico contribuinte ao erro operacional é necessário ir mais além, pois existe a possibilidade do medo de retaliação do líder focado na produção ao saber que seu funcionário está com algum problema, seja de alcoolismo, estresse, doença entre outros. Há também, a chance do operador está com algum problema que nem ele mesmo percebeu e não conseguirá relatar no relatório.

Por essas razões, propõe-se a utilização de *Brains Games* descrito no item 2.2, que por meio de jogos curtos interativos, avalia a capacidade cognitiva do usuário. É importante ressaltar que os *Brains Games*, atualmente, são usados para desenvolver elementos cognitivos, principalmente o déficit de atenção e esta pesquisa aborda sua utilização para **detectar os fatores humanos críticos.**

Ao estar ciente do erro humano, muitos autores e desenvolvedores criam barreiras tecnológicas anti-falhas – Método Poka Yoke, para evitar que o funcionário erre devido a natureza humana. Método Poka Yoke – Mistake Proofing, “à prova de erros”, trata-se de um dispositivo a prova de erros destinado a evitar a ocorrência de defeitos em processos de fabricação e/ou na utilização de produtos.

Este artigo propõe mais uma barreira ao erro, porém faz uso da tecnologia para verificar a existência de possíveis fatores humanos críticos **antes do erro acontecer**, conforme o método descrito abaixo, caso os resultados do operador analisados pelo software não sejam satisfatórios ele não poderá realizar sua tarefa. Mesmo criando uma barreira antes da falha, esta pesquisa não descarta nenhuma barreira de segurança criada, pois o software pode não identificar um caso específico ou após o teste o trabalhador pode desenvolver algum problema ao longo de sua jornada.

# *Método proposto para utilizar o software*

Informações importantes para implementar e utilizar o software:

1. Deve-se relacionar a atividade a ser executada com o tipo de *Brains Games*. Exemplo: Atividade: Cirurgião; Tipo de *Brains Games*: Testes de sensibilidade, tato. Verifica-se, a possibilidade do médico estar com as mãos trêmulas antes de realizar a cirurgia. Esta pesquisa está direcionada para manutenção aeronáutica descrita abaixo:
   1. Atividade: inspeção final de motores aeronáuticos; Tipo de *Brains Games* sugerido: Atenção e Flexibilidade; Motivo da escolha do elemento cognitivo: Para esta atividade é de suma importância o alto nível de atenção e cuidado do inspetor final para não reprovar ou aprovar uma peça ou módulo.
   2. Atividade: mecânico aeronáutico; Tipo de *Brains Games* sugerido: Velocidade, atenção, flexibilidade e memória. Motivo da escolha do elemento cognitivo: Velocidade e flexibilidade foram escolhidos por esta atividade fazer parte do meio produtivo. Atenção, porque é necessário para realizar o trabalho corretamente. A memória foi selecionada uma vez que há o histórico de esquecimento de peças não pertencentes ao motor que causaram danos ao mesmo (FOD) e levaram a acidentes graves.
2. Antes do trabalhador efetuar suas atividades ele faz os jogos, com duração de no máximo 5 minutos, para não impactar na produção e não ser cansativo.
3. Os jogos são aleatórios, para não se tornarem monótonos e nem repetitivos, sendo fáceis de burlar.
4. Deve-se deixar claro, para que não haja frustrações, que o jogador não precisar ser bom ou ruim nos jogos, já que cada pessoa possui pontos cognitivos diferentes.
5. Através de uma análise estatística de tendência do software é possível estabelecer uma pontuação média e limites de aceitabilidade, que podem variar de empresa para empresa. Na pesquisa de campo estabeleceu-se uma margem de 30% acima e abaixo da média como limites superior e inferior respectivamente e em outros jogos foi estabelecido 20% acima e abaixo da média. Cada empresa pode definir o percentual de aceitabilidade. De 30% a 20% são consideradas detecções rigorosas, visto que até o tempo de sono influenciou o resultado passando dos limites estipulados.
6. Ao abrir o *Brains Games* e antes de passar pelos jogos, o operador tem a oportunidade de relatar alguma sensação (cansaço, estresse, entre outros) e o tempo de sono. Este relato antes do jogo é importante, pois caso contrário o operador veria seu rendimento e justificaria com qualquer informação proveniente.
7. Caso o resultado do *Brains Games* feito pelo operário fique acima do Limite Superior ou abaixo do Limite Inferior de aceitabilidade, este não poderá executar sua tarefa, sendo bloqueado. Então o funcionário deverá ser direcionado para a área médica, composta por um profissional especializado na análise clínica. Este método aparenta trazer benefícios apenas a empresa, ao cliente, e a operação, punindo o funcionário que ultrapassar os limites pré-definidos, porém é justamente o contrário, partindo do princípio que um trabalhador motivado produz mais, o objetivo é cuidar da saúde e bem estar do funcionário, identificando a causa do resultado.
8. Probabilidade da causa de resultados muito elevados fora do padrão do usuário:
   1. Pode ter sido feito por outra pessoa, complacente;
   2. Causado por um dia excepcional do trabalhador;
   3. Estrategicamente, deve-se verificar os altos níveis de cognição, por exemplo: um operador que possui o trabalho simples como apertar um parafuso e em seu teste de cognição apresenta índice elevado em atenção, este funcionário poderá ser movimentado para uma tarefa que possa aproveitar melhor seu potencial, se este se sentir confortável e motivado para tal.
9. Muitos fatores baixos como altos, podem influenciar em um baixo desempenho no teste de cognição. A identificação dos baixos e dos altos depende diretamente no grau da aceitabilidade definido pela empresa. Probabilidade da causa de resultados muito inferiores ao padrão do usuário:
   1. Fatores baixo: Estão relacionados a fatos com pequena frequência que podem influenciar no desempenho. Ex.: Dieta ou má alimentação, tempo de sono, cansaço, irritabilidade, temperatura ambiente; com baixa frequência.
   2. Fatores altos: São consequências dos fatores baixos intensificados, ou seja, com alta frequência, podendo ocasionar problemas graves. Ex.: Depressão, fadiga, alcoolismo, estresse, uso de drogas, distração entre outros. Este grupo pode causar doenças ao trabalhador.
10. Possíveis soluções para os fatores baixo ou altos:
    1. Deve-se sempre ouvir o funcionário, dado que a fadiga pode ser ocasionada por uma longa carga de trabalho, ou por trabalhar em um turno o qual o funcionário não esteja se adaptando, requer ser ajustado.
    2. Depressão, alcoolismo e uso de drogas - muitas empresas fazem sigilo destas informações para não expor o funcionário e contratam empresas terceirizadas para auxiliar no tratamento, a comunicação destes programas deve ser divulgada.
    3. Estresse e pressão – deve-se se entender a causa, normalmente ocorre em decorrência do tempo. Ações: Rotatividade de atividades, aumentar o tempo de execução de uma determinada tarefa e férias parciais, para o operador se restaurar.
    4. É necessário cuidar dos fatores externos que influenciam o trabalho para prover boas condições, temperatura ideal, equipamentos ergonômicos, a empresa deve fornecer EPI e verificar o cumprimento das normas.

# *Jogos utilizados na pesquisa de campo*

Abaixo encontra-se a descrição dos jogos que foram utilizados na pesquisa de campo para validar a hipótese:

Café Expresso - simula uma cafeteria, deve-se preparar corretamente os pedidos dos clientes no menor tempo possível. Teste cognitivo: Atenção.

Pássaros Perdidos: mostra-se um grupo de 5 pássaros aleatoriamente, o objetivo é informar corretamente a direção do pássaro central. Teste cognitivo: Atenção.

Cor-respondência: são apresentadas cartas com nomes de cores, o objetivo é verificar se a cor escrita equivale a cor da fonte. Teste cognitivo: Flexibilidade.

Folhas navegantes: um grupo de folhas verdes ou laranjas irão navegar na interface. Para as folhas verdes, deve-se selecionar o lado em que a ponta da folha apontanda e para as laranjas para o lado que o grupo está se deslisando. Teste cognitivo: Flexibilidade.

Rio rápido: ocorre em um rio com dois animais, troca-se um dos animais e o jogador, deverá escolher o animal que estava no Rio anteriormente no menor tempo possível. Teste cognitivo: Velocidade.

Correspondência rápida: são apresentadas cartas com figuras geométricas: círculo, quadrado, losango e triângulo, uma a uma. O usuário passa a carta ao dizer se esta equivale ou não a figura anterior. O objetivo é responder rapidamente, quanto mais cartas respondidas maior a pontuação. Teste cognitivo: Velocidade.

Fliperamemória: a estrutura é semelhante a um jogo de fliperama, porém o objetivo é identificar onde a esfera do jogo irá sair. Então, mostra-se as peças do fliperama, depois deve-se lembrar da sua localização para poder escolher corretamente o caminho da esfera. Teste cognitivo: Memória.

Rota arriscada: é um jogo de corrida, o qual o jogador deve desviar dos obstáculos que aparecem no caminho. Teste cognitivo: Velocidade.

Matriz de memória: No estilo de batalha naval, com eixo X e Y, irá aparecer alguns quadrados preenchidos, depois irão subir, o jogador deverá lembrar a localização anterior e escolhor a coordenada. Teste cognitivo: Memória.

# *Resultados e Análise Da Pesquisa De Campo*

A pesquisa de campo foi realizada durante os trinta dias do mês de abril de 2019, sendo 15 dias feito pela manhã e 15 dias feito a noite, de forma aleatória. Os três participantes possuem perfis diferentes com faixa etária de: 17, 28 e 31 anos, pertencentes ao sexo: feminino, feminino e masculino, respectivamente.

Cada pessoa ficou responsável por utilizar o software gratuito do aplicativo Lumosity baseado em *Brains Games* e preencher diariamente o questionário que lhe foi entregue. Este preenchimento tornou-se imprescindível para verificar a viabilidade da pesquisa, desta forma foi possível analisar se os fatores humanos presentes antes da execução do jogo influenciaram ou não nas pontuações obtida.

De vários dados coletados apresenta-se abaixo as principais análises feitas dos resultados obtidos durante 30 dias de utilização do Lumosity por 3 indivíduos:

***Brains Games* realizados pelo indivíduo I:**

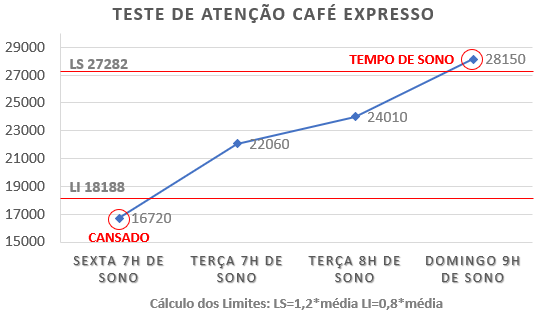
**

Figura 5 – Teste de atenção – Café Expresso

Fonte: Autor

AFigura5, mostra os limites superiores (LS) e limites inferiores (LI) definidos, onde em duas ocasiões ultrapassam a zona de aceitabilidade. O primeiro ponto circulado de vermelho ultrapassou o LI, com 16720 pontos, o FH relatado foi o cansaço, além do evento ocorrer na sexta-feira, último dia de trabalho deste indivíduo. O segundo ponto circulado, ultrapassou o LS, com 28150 pontos, foi a melhor pontuação deste jogo. Nota-se que este evento pode ser associado a quantidade de horas que o indivíduo I dormiu. Recomenda-se que os adolescentes durmam de 8 a 10 horas de sono, neste dia em especial foram 9 horas e realizado no domingo.

Na próximaimagem, a pontuação fora da zona de aceitabilidade, com 2300 pontos, evidencia como a rapidez na execução do teste influência na perda de foco e atenção, principalmente em tarefas que devem ser feitas com calma.

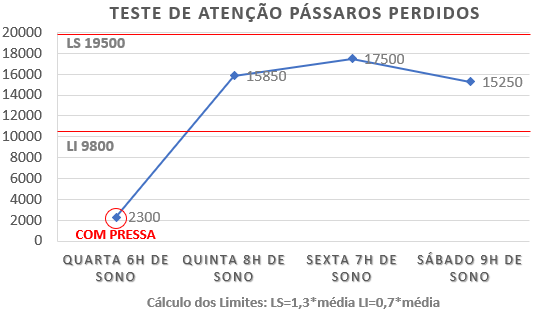
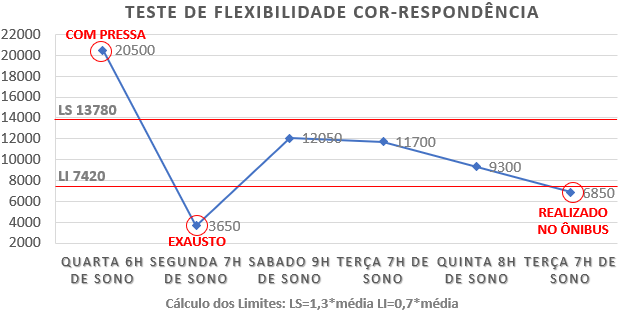
**

Figura 6 - Teste De Atenção – Pássaros Perdidos.

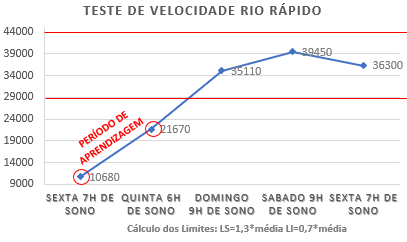
Fonte: Autor

Relatos das pontuações presentes naimagem7:

* 20500 pontos: Acima do LS,  ao contrário do esperado, como no caso do teste de atenção, a rapidez na realização do jogo contribuiu com o resultado do teste de flexibilidade; diferentemente do teste de atenção (Imagem6);
* 3650 pontos: Muito abaixo da média, o usuário encontrava-se exausto;
* 6850 pontos: Está próximo ao LI, relata-se que o meio (ônibus) atrapalhou no desempenho.

Figura 7 - Teste de Flexibilidade – Cor-Repondência.

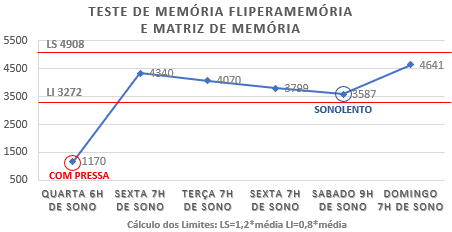
Fonte: Autor

**

Através dafigura8, é possível perceber que os primeiros resultados fazem parte de um período de aprendizagem, o qual o usuário está conhecendo o *software* e a forma de jogar os próximos resultados começam a seguir a tendência desejada.

Figura 8 - Teste de Velocidade – RioRápido.

Fonte: Autor

**

A pressa também influênciou o teste de memória, obtendo apenas 1170 pontos, conforme figura 9.

Figura 9 - Teste de Memória

Fonte: Autor

Outro aspecto observado no perfil do indivíduo I, foi a presença de maiores pontuações no período noturno, conforme imagem abaixo,apenas no elemento cognitivo da memória não foi influenciado.

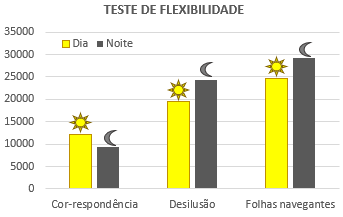
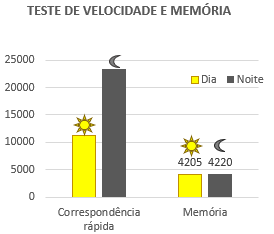
**

Figura 10 – Avaliação de produtividade

Fonte: Autor

***Brains Games* realizados pelo indivíduo II:**

O indivíduo II relatou, que no primeiro ponto destacado da Figura 11, o resultado de 16740 foi ocasionado devido a seu sentimento de desânimo  naquele dia. A sonolência também impacta no teste de atenção, que em graus diferentes pode ser identificada como ponto crítico ou não, o circulado de azul foi considerado não crítico e de vermelho crítico.

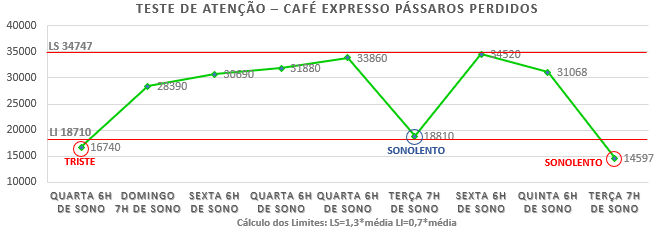
**

Figura 11– Teste de atenção Indivíduo II

Fonte: Autor

A Figura 12 abrange várias informações. A linha verde corresponde ao jogo “rota arriscada” e a linha laranja “rio rápido”. Nos dois jogos foi identificado, claramente, pontos abaixo da média. Na rota arriscada o usuário obteve 42510 pontos estando com seu estado alterado devido ao consumo de álcool, a pontuação média no estado normal é de 95000 pontos. Uma hora depois realizou o teste novamente e a pontuação subiu para 47180, ainda abaixo do LI. No jogo do rio rápido a pontuação foi tão negativa quanto o jogo anterior.

O segundo destaque da Figura 12 é pelo fato do indivíduo II obter 71250 pontos em seu estado normal e após ser desafiado pelo indivíduo III, ao informar que fez uma pontuação maior, o indivíduo II apresentou superações com pontuação média de 107000. Existe uma faixa cinza no gráfico, a qual o software redefiniu a média de acordo com a nova tendência. A pontuação de 156954 encontrada no jogo rio rápido, foi considerada um ponto fora da curva pelo indivíduo II que não identificou nada de diferente naquele dia.

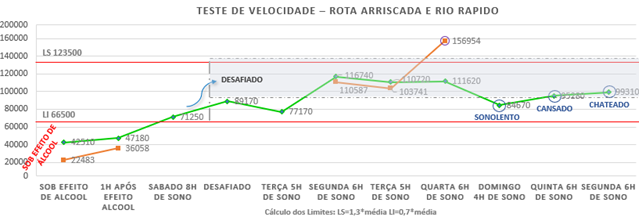


Figura 12 – Avaliação de produtividade

Fonte: Autor

***Brains Games* realizados pelo indivíduo III:**

O indíviduo III apresentouvariação, ultrapassando o LI apenas no dia que relatou estar com problemas de saúde. Realizou os jogos: “pássaros perdidos” e “café expresso”.

# CONCLUSÕES

Em resposta a primeira pergunta da pesquisa, conforme os resultados obtidos, este artigo valida a identificação de Fatores Humanos críticos através de*softwares* baseados em*Brains Games*.Existem vários benefícios que podem ser obtidos com a utilização de *Brains Games*, de acordo com os itens abaixo e respondendo a segunda questão deste estudo.

**Benefícios associados à empresa**:Redução de erros operacionais;Redução de custo de não qualidade; Aumento a confiabilidade do produto ou serviço; Baixo custo de implementação, sendo variado e diretamente proporcional ao tempo gasto na realização do teste com o determinado salário do funcionário. Estima-se o uso de 5 minutos diários. Existem softwares gratuitos, pagos e a possibilidade do desenvolvimento pela própria empresa; Utilização da tecnologia como mais um barreira de segurança; Aumento da produtividade, devido aos benefícios relacionados ao funcionário esatisfação do cliente.

**Benefícios associados ao cliente:** Recebimento de um produto com mais segunro, já que a empresa prestadora do serviço investe na segurança operacional; Aumento da segurança para as pessoas a bordo e satisfação do cliente.

**O funcionário** é considerado a parte mais beneficiada: Identificação de algum problema físico ou psicológico, que o trabalhador não havia identificado; Possibilidade de melhores condições de trabalho; Adptação de turnos e atividaes com as necessidades do empregado; Liberdade de expressão; Identificação de perfil superior à atividade que está sendo executada e valorização do profissional.

# REFERÊNCIAS

# ALVES L. e SANTOS W. (2016). Uma Análise dos Jogos Lumosity e Elevate: Delineando Métricas Avaliativas. Disponível em: < http://www.sbgames.org/sbgames 2016/downloads/anais/156616.pdf> Acesso em: 05 mai 2019.

# CAA (2002). CAP 718 Human Factors in Aircraft Maintenance and Inspection. Disponível em: <https://publicapps.caa.co.uk/docs/33/CAP718.PDF> Acesso em: 15 mar 2019.

# FAA (2000). The Human Factors Analysis and Classification System–HFACS. Disponível em: <https://www.nifc.gov/fireInfo/fireInfo\_documents/humanfactors\_class Anly.pdf> Acesso em: 04 mar 2019.

# FERREIRA M. e OLIVEIRA T. (2014). Biogamificação: Brain Games na sociedade contemporânea. Disponível em: <https://www.academia.edu/9828406/Biogamificação \_Brain\_Games\_na\_sociedade\_contemporânea> Acesso em 05 mai 2019.

# HEINRICH, H. W. (1931). lndustrial accident prevention: a scientific approach. New York: McGraw-Hill.

# ICAO (2003). Manual de Instrução sobre Fatores Humanos, Doc 9683. p.1-1.

# KLETZ, Trevor (2001). Error An Engineer's View of Human. London: Cheme.

# REASON, James (1997). Managing the Risks of Organization Accidents. Ashgate Publishing Company, U.S.A, and Safety in the operating theatre – Part 2: Human error and organizational failure.

# REASON, James (2000). Human error: models and management British Medical Journal, 320, p. 768-770.

# REVISTA DA UNIFA (2015). Rio de Janeiro, v. 28, n. 37, p.40, dezembro 2015.Disponível em: <http://www2.fab.mil.br/unifa/images/revista/pdf/v28n37/404.pdf> Acesso em: 08 abr 2019.

# VIDAL, M.C. (1999). Introdução à ergonomia. Apostila utilizada pelo curso de Especialização em Ergonomia Contemporânea da UFRJ.