**Análise de Riscos para Deficientes**

Jéssica Freire Moreira

Mestranda em Gestão de Sistemas de Engenharia – UCP

[jeje\_freire@hotmail.com](mailto:jeje_freire@hotmail.com)

Lincoln Campelo Dias

Mestrando em Gestão de Sistemas de Engenharia – UCP

lincoln@thermicengenharia.com.br

Jose Cristiano Pereira

Doutor em Engenharia de Produção - UFF

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

1. **OBJETIVOS DO TRABALHO – INTRODUÇÃO**

A produtividade, qualidade e segurança do produto está relacionada diretamente com a organização e as condições de trabalho e treinamento de sua mão de obra. O objetivo principal do estudo é definir os fatores críticos que podem fazer com que a inserção de pessoas com deficiência em ambiente industrial resulte em falhas no processo, garantir, também, a melhoria da Segurança Operacional em uma empresa de manutenção de motores aeronáuticos visando atingir Excelência Operacional, por meio da criação de uma metodologia de análise de riscos de falhas na inserção de deficientes em ambiente industrial de forma segura.

Trabalhos anteriores sobre o tema de pessoas com deficiência em ambientes industriais são por exemplo:

O artigo 36, do Decreto nº. 3.298, regulamenta a obrigatoriedade de todas as companhias privadas, com até 200 funcionários devem ter 2% do quadro de empregados ocupados por pessoas com deficiência; entre 201 e 500, 3%; entre 501 e 1.000, 4%; e acima de 1.001, 5%. O mesmo documento, em seu artigo 37, dispõe sobre a reserva de 5% das vagas em concursos público, assegurando o direito de se inscreverem em iguais condições dos demais candidatos, atendendo para a promoção de adaptações físicas requeridas pelos candidatos com deficiência [1].

O recrutamento e seleção de pessoas com deficiências deve ser muito bem planejado. Deve-se descrever bem o cargo que a pessoa irá exercer, identificar as atividades que irá desempenhar para que nem o funcionário e nem a empresa sejam prejudicados. Tanto o cargo quanto a pessoas devem estar preparados para receber o outro [2].

O método de análise de risco e confiabilidade dos problemas será o das Redes Bayesianas (BBNs), devido à sua capacidade incorporar informações qualitativas e quantitativas de diferentes fontes, para modelar a interdependência e para fornecer uma estrutura causal que permita risco de probabilidade profissionais de análise para obter uma visão mais profunda dos fatores de risco e em intervenções específicas que reduzam o risco [3].

A baixa taxa de emprego entre pessoas com deficiência se concentraram principalmente em desincentivos ao emprego, atitudes dos empregadores e culturas corporativas indesejáveis. Além disso, os portadores de deficiência sofrem restrições em termos educacionais, o que dificulta a sua inserção no mercado de trabalho [4]. A proporção dos que são educados adequadamente é baixa. Este problema, impacta seriamente as chances dessas pessoas permanecerem no mercado de trabalho [2].

liderança deve encontrar e mitigar os riscos nos setores através de uma análise probabilística de riscos, para que decisões não sejam tomadas sem considerar a gravidade das conseqüências adversas na confiabilidade, segurança e qualidade do produto. Dependendo do risco, eles podem ser evitados, minimizados ou mitigados com estratégias adequadas [5].

As organizações podem falhar quando não investem em análises de riscos probabilística. A manutenção de motores é muito complexa e depende do desempenho de softwares, equipamentos e mão-de-obra humana. O número total de peças em um motor é de milhares de itens. Riscos e muitos elementos críticos estão presentes nos milhares de operações necessárias para unir essas peças para fazer a manutenção em um motor [6].

Os eventos de risco geralmente se influenciam e raramente agem de forma independente [7].

Os trabalhos já realizados e descritos anteriormente sobre pessoas com deficiência em ambientes industriais não abordaram a questão de riscos na inserção de pessoas com deficiências em ambientes industriais. Visando preencher essa lacuna, este trabalho busca responder às seguintes perguntas:

RQ1: Quais são os fatores de riscos críticos a considerar no processo de inserção de funcionários com deficiência nas atividades a serem executadas pelos mesmos em um ambiente industrial e que podem afetar a segurança operacional?

RQ2: Qual o modelo ideal para análise probabilística de riscos de falha causada por fatores de risco relacionados à inserção de pessoas com deficiência em uma operação industrial ?

RQ3: Quais ações efetivas podem ser implementadas para reduzir os riscos?

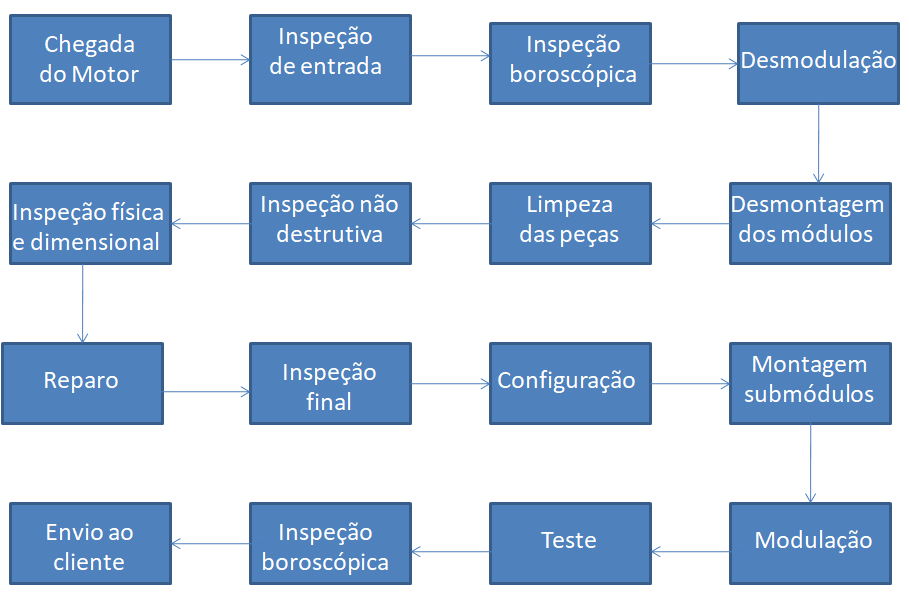
As respostas a essas perguntas são de grande importância para grandes empresas que introduzem pessoas com deficiência em ambientes industriais, recursos humanos e líderes e gerentes de áreas nas quais irão receber os deficientes. O estudo é uma fonte importante de informação para empresas do mercado de aviação, quanto para empresas de outros mercados que possuam sistema de produção com certo nível de complexidade.

1. **DESCRIÇÃO DO TRABALHO REALIZADO**
   1. Contexto

Na manutenção de motores a jato há vários tipos diferentes de riscos a serem analisados para garantir a qualidade dos produtos e a segurança dos colaboradores. Para garantir que um equipamento e seu respectivo colaborador realizem suas funções com qualidade e segurança, estes devem ser confiáveis. Confiabilidade é um item de segurança crítico na manutenção de motores a jato, a contratação de pessoas compatíveis e que estejam bem treinadas para a vaga são fatores importantes de risco que devem ser mensuradas para que não hajam problemas nas inspeções.

Um estudo de caso foi realizado em uma planta industrial na área de manutenção de motores aeronáuticos. A fim de desenvolver o estudo caso, foi elaborado um mapa de processo geral apresentando as principais etapas de um processo teórico de manutenção de motores a jato com foco em processos que possam utilizar pessoas com deficiência para executar a função, cujo processo é apresentado na figura 01.

Figura 01: Processo de manutenção de motores



Fonte: elaborado pelos autores (2019)

As etapas apresentadas no fluxograma estão descritas a seguir:

Na inspeção de entrada, um inspetor executa uma inspeção preliminar nos produtos de modo a verificar se existem danos aparentes. Todos os produtos são identificados com o estado de inspeção.

Na inspeção boroscópica, fazendo parte da manutenção preditiva, é uma inspeção não destrutiva que avalia as condições internas de um equipamento. Os boroscópios são equipamentos que uma vez introduzidos transportam a imagem para a lente (ou monitor) que está do lado de fora.

Na desmodulação, a unidade é desmontada no nível definido pela Instrução de Serviço seguindo os passos e procedimento. Para cada produto são emitidos registros dos serviços executados em papel durante esta fase que são arquivados por número da ordem de serviço.

Na desmontagem dos módulos, com os módulos desmontados faz-se a desmontagem dos componentes conforme o programa de manutenção, pedidos dos clientes e inspeção de entrada.

Na limpeza das peças, tem de ser feita de forma minuciosa, considerando todos os aspectos da estrutura, além disso, tem de ser extremamente eficaz, seja na parte de inspeção completa ou na manutenção, a presença de corpos estranhos ou sujeiras podem mascarar ou alterar inspeções ou atrapalhar reparos.

Na inspeção não destrutiva, são técnicas utilizadas na inspeção de materiais e equipamentos sem destruir ou danificá-los. A classificação de qual ensaio não destrutivo a ser utilizada pode ser feita segundo vários critérios, isto é, em função da sua aplicação, dos princípios físicos e da sua capacidade de detecção.

Na indústria estudada se utilizam cinco tipos diferentes de ensaios, Correntes parasitas, Raio-x, Líquidos não penetrantes, Partículas Magnéticas e Ultrassom.

Na inspeção física e dimensional, um registro de inspeção é emitido para cada produto, contendo o seu resultado da inspeção. Com base nos resultados da inspeção, emite-se um relatório descrevendo o estado das peças. Depois da inspeção as seguintes listas de peças estão disponíveis: rejeitadas, reparáveis e a serem substituídas.

No reparo, existem inúmeros métodos e não há um conjunto de padrões específicos de reparo que se aplique em todos os casos. Todas as peças são reparadas de acordo com os processos já definidos.

A inspeção final, é visual e exige definição clara e precisa de critérios de aceitação e rejeição do produto que está sendo inspecionado. Requer inspetores treinados e especializados, para cada tipo de produtos.

Na configuração, todas as peças e acessórios utilizáveis devem ser submetidos a uma

verificação que é efetuada a fim de determinar se este produto pode ser instalado no conjunto. Uma lista de verificação é emitida para cada módulo com os números das partes recebidas, incluindo as peças novas, reparadas e que foram consideradas aceitas para retorno. Quando o módulo está completo todos os números de partes são avaliados quanto a compatibilidade com o conjunto.

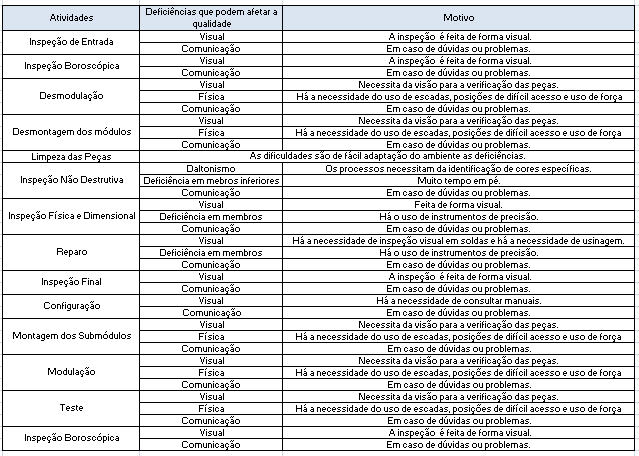
Na montagem dos submódulos, são remontados os componentes retirados na fase de desmontagem dos submódulos.

Na modulação, os submódulos são unidos para a montagem final do motor. A montagem é executada de acordo com os procedimentos aprovados descritos nos manuais ou documentos dos fabricantes e clientes.

No teste, são realizados nos bancos de provas, sendo a área onde garante que os motores revisados estão prontos para voltarem às suas funções. São feitos em condições atípicas e extremas para garantir que estejam aprovados em qualquer circunstância. O processo de teste de um motor de aeronáutico envolve três etapas: a preparação do motor, com inspeções completas; o teste em si no banco de provas; e, por fim, sua retirada do banco de provas e preparados para o envio ao cliente.

A tabela 01 mostra quais deficiências dos empregados seriam limitantes em cada uma das etapas do processo de manutenção de um motor aeronáutico descritas a cima e o motivo pelas quais essas seriam limitantes.

Tabela 01: Limitações das atividades quanto o tipo de deficiência.



Fonte: elaborado pelos autores (2019)

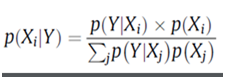
Como parte do estudo de caso estruturado, foi feita uma elicitação de probabilidades de especialistas e utilizou Redes bayesianas para obter o efeito combinado das probabilidades de falha dos diversos fatores e delinear o probabilidade de falha na inserção de um funcionário com deficiência nos processos de manutenção de motores aeronáuticos que possam comprometer a qualidade e a segurança do serviço executado nesse motores.

* 1. Redes Bayesianas

A BBN é amplamente utilizado tanto para avaliação qualitativa quanto quantitativa. A fase qualitativa identifica-se por uma estrutura de rede enquanto a análise quantitativa é representada por tabelas de probabilidade condicional associadas a cada nó [8]. A capacidade de BBN para realizar análises diagnósticas e preditivas torna-o adequado para análise quantitativa de risco. Mesmo que haja pouco ou nenhum dado histórico, muitas vezes há uma abundância de julgamentos, bem como diversas informações e dados sobre riscos indiretamente relacionados [9].

Em uma análise BBN, para n número de parâmetros mutuamente exclusivos (Xi (i = 1, 2,..., n) e um dado observado Y, a probabilidade atualizada é calculada conforme a fórmula apresentada na Figura 02.

Figura 02: Fórmula de Probabilidade de uma BBN



Fonte: elaborado pelos autores (2019)

Onde p (XjY) representa a probabilidade de ocorrência posterior de X dada a condição de Y. [8].

A construção de uma Rede Bayesiana não é simples, além de existir vários métodos para a estimação de estruturas de rede através do conjunto de dados, os métodos podem ser influenciados por fatores como a ordem e escolha das variáveis que compõem o problema.

Para uma Rede Bayesiana ser adequada, ela deve ser perfeita, ou seja, todos arcos devem expressar corretamente as dependências entre as variáveis. Desta forma, é fácil notar que para a construção de uma Rede Bayesiana deve-se escolher uma ordem correta para as variáveis, pois diferentes ordens podem gerar Redes Bayesianas diferentes. Desta forma, primeiramente devem ser consideradas as variáveis possíveis a serem consideradas raízes e suas variáveis independentes, e posteriormente as demais variáveis [8].

* 1. Metodologia

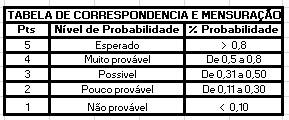
Como abordagem metodológica, foi realizada uma pesquisa de literatura técnica e científica e Legislação Brasileira sobre atividades executadas por trabalhadores com deficiência em indústrias de alto risco, e foi feito um estudo de caso para verificar como as atividades exercidas por trabalhadores com deficiência que atuam no processo produtivo em uma estação de reparo de motores aeronáuticos podem afetar a qualidade e segurança do serviços de revisão executados. Redes Bayesianas foram utilizadas para verificar a probabilidade de falha na inserção de um funcionário com deficiência levando em consideração os fatores críticos que podem ser causados por estes na realização de atividades críticas em uma estação de reparo.

O estudo de caso pode ser definido como exploratório porque explora situações em que o intervenção na avaliação não possui um conjunto claro e único de resultados. É explicativo pois faz uma explicação sobre ligações causais presumidas em intervenções da vida real que são muito complexas para o pesquisa ou experimental estratégias.. É instrumental pois é usada para realizar algo diferente de compreendido em uma situação particular. Fornece informações para resolução de um problema. É um estudo de caso único pois é utilizado para estudo de um assunto onde não existem muitas situações semelhantes para que sejam feitos outros estudos comparativos e permita o acesso a informações não facilmente disponíveis [10]. A metodologia consistiu em desenvolver uma pesquisa preliminar em artigos de estado da arte utilizando a combinação das palavras-chave: Avaliação de riscos, Pessoas com deficiência, Segurança Operacional, Fatores Críticos, Rede Bayesiana. Os critérios de seleção dos artigos para análise foram (1) o foco em Redes Bayesianas; (2) artigos publicados em periódicos indexados A3-A1. Após o levantamento de toda informação descrita neste fluxo metodológico, a metodologia foi então aplicada, os resultados analisados e a conclusão elaborada de maneira a responder às questões da pesquisa.

1. **RESULTADOS OBTIDOS**

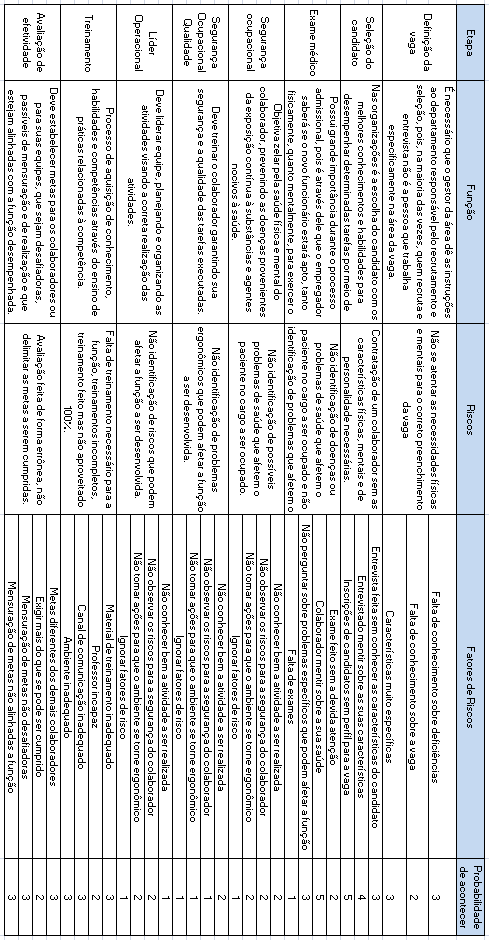
Como resultado deste estudo os principais fatores críticos foram identificados. A utilização de BBN evidenciou o impacto na inserção do funcionário com deficiência nos processos de produção. Após a identificação das etapas de contratação e análise de cada uma delas, foi possível encontrar os riscos de cada uma delas por elicitação de probabilidades de especialistas, utilizando o critério de pontos definido na tabela 02 . Sendo os níveis de probabilidade de acontecer definidos conforme mostra a tabela 03.

Tabela 02: Níveis de probabilidade de acontecer



Fonte: elaborado pelos autores (2019)

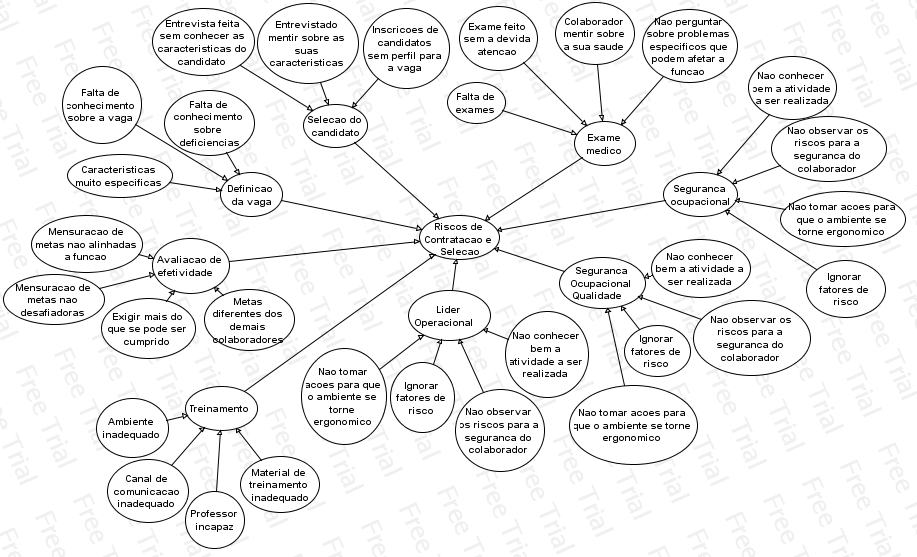
Tabela 03: Explicação e análises de riscos das etapas de um processo de inserção de um funcionário.



Fonte: elaborado pelos autores (2019)

A partir da Tabela 4 podemos gerar a seguinte Rede Bayesiana para análise de riscos para inserção de pessoas com deficiência, demonstrada na Figura 03. Foi utilizado o software Agenarisk® versão 10 [11] para o processamento dos dados, auxiliando na análise dos riscos e permitindo verificar quais os fatores são mais impactantes.

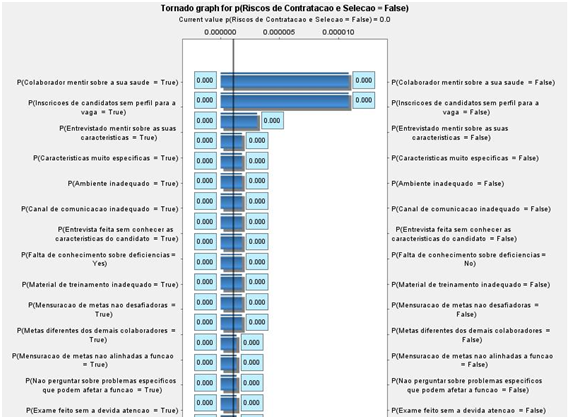
Figura 03: Rede Bayesiana para análise de riscos para inserção de pessoas com deficiência.



Fonte: elaborado pelos autores (2019)

A partir do processamento de dados da Rede Bayesiana da Figura 03, o gráfico Tornado foi gerado, como mostrado na figura 04:

Figura 04: Gráfico Tornado para um processo de contratação/seleção.





Fonte: elaborado pelos autores (2019)

Com isso, podemos observar que os dois fatores que mais impactaram negativamente na inserção de candidatos com deficiência foram: Colaborador mentir sobre a sua saúde e Inscrição de candidatos sem perfil para a vaga, conforme descrito a seguir.

Sobre o Colaborador mentir sobre a sua saúde, todo ser humano tem o medo de ser desligado da empresa ou não ser contratado por questões de saúde física ou psicológica. A empresa precisa dar estrutura para que o ambiente em que as pessoas trabalham seja saudável, tanto ergonomicamente falando, quanto livre de riscos de acidentes, quanto psicologicamente. As pessoas também precisam ser valorizadas e respeitadas. É fundamental que as pessoas trabalhem com seu status de certeza contemplado. Todos precisam do mínimo de segurança para desempenhar papéis e, quando o status de certeza afetado, tornam-se inseguros e trabalhamos na defensiva.

Sobre a Inscrição de candidatos sem perfil para a vaga, deve-se avaliar os canais de comunicação e divulgação das vagas, ou ampliá-los para que esse problema seja reduzido ou mitigado. Para atrair candidatos qualificados e despertar o interesse pela organização pode-se criar [parcerias com instituições de ensino](https://www.gupy.io/blog/atrair-talentos-melhores-universidades/), promovendo palestras e outras atividades que aproximem empresa e pretendente. Feiras de emprego também são uma alternativa para atingir um público qualificado e conseguir uma quantidade considerável de inscrições. Deve-se entender que omitir informações importantes, como escolaridade mínima, qualidades desejadas e tempo de experiência apenas dificulta o processo.

1. **CONCLUSÕES**

Como proposto inicialmente no objetivo, um modelo para análise de riscos para um processo de inserção de funcionários com deficiência em uma empresa de reparo de motores aeronáuticos foi elaborado, a partir da aplicação da metodologia de Redes Bayesianas. A aplicação proposta buscou analisar e mapear as principais etapas e eventos críticos que poderiam levar a uma falha no sistema de inserção de um funcionário com deficiência em um ambiente industrial.

Em resposta à primeira pergunta da pesquisa, os fatores de riscos mais críticos a considerar no processo de inserção de funcionários com deficiência nas atividades a serem executadas pelos mesmos em um ambiente industrial e que podem afetar a segurança operacional são: Colaborador mentir sobre a sua saúde e Inscrição de candidatos sem perfil para a vaga.

Em resposta à segunda pergunta da pesquisa, o modelo ideal para análise probabilística de riscos de falha causada por fatores de risco relacionados à inserção de pessoas com deficiência em uma operação industrial, a utilização de Redes Bayesianas mostrou-se efetiva na análise dos fatores de risco na inserção de pessoas com deficiência na indústria.

Em resposta à terceira pergunta da pesquisa, as ações efetivas que podem ser implementadas para reduzir os riscos mais significativos são:

Sobre o Colaborador mentir sobre a sua saúde, baseados nos fatores encontrados, as pessoas envolvidas no processo devem tomar medidas efetivas para que os efeitos danosos possam ser eliminados ou mitigados. Pode-se utilizar, por exemplo, uma checagem no campo das habilidades declaradas durante a fase de seleção ou exames médicos detalhados para assegurar que não existem impedimentos causados pela deficiência na execução de tarefas. De forma análoga, providências semelhantes devem ser tomadas para que as competências descritas pelos candidatos possam ser checadas durante o processo seletivo evitando que aconteçam problemas de confiabilidade do produto da empresa (erro no reparo dos motores aeronáuticos) ou mesmo que os portadores de deficiência, assim como seus companheiros de trabalho não sofram acidentes ou trabalhem sob condições inadequadas.

Sobre a Inscrição de candidatos sem perfil para a vaga, pode-se criar [parcerias com instituições de ensino](https://www.gupy.io/blog/atrair-talentos-melhores-universidades/), promovendo atividades que aproximem empresa e possíveis futuros colaboradores. Feiras de emprego também são uma alternativa. Deve-se entender que omitir informações importantes, como escolaridade mínima, qualidades desejadas e tempo de experiência apenas dificulta o processo.

A conclusão foi que todas as etapas para o processo de inserção de candidatos são essenciais e a probabilidade de falha em uma das etapas pode resultar na falha do sistema e problemas críticos podem não ser detectados refletindo em vários problemas operacionais diferentes, incluindo acidentes catastróficos na operação. Com relação ao colaborador mentir sobre a sua saúde e inscrição de candidatos sem perfil, há mais de uma forma de solucionar ou mitigar os problemas, a solução pode ser escolhida de acordo com a vaga a ser preenchida.

Como proposta de trabalhos futuros recomenda-se validar e aplicar a metodologia na inserção de funcionários em ambientes industriais.

1. **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS CONSULTADAS**

[1] BRASIL. Decreto nº 3.298 de 20 de dezembro de 1999. 1999.

[2] SANTANA, L.. O papel do gestor de RH no processo de inserção dos portadores de deficiência no mercado de trabalho. Programa de Pós Graduação Latu Sensu, Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2004.

[3] RECHENTHIN, D.. “Project safety as a sustainable competitive advantage.” Journal of Safety Research, Vol. 35, p. 297- 308, 2004.

[4] ALI, M; SCHUR, L.; BLANCK, P.. “What Types of Jobs Do People with Disabilities Want?”. [Journal of Occupational Rehabilitatio](https://link.springer.com/journal/10926)n, Vol. 21, p. 199, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10926-010-9266-0> . Acesso em: 20/08/2019.

[5] MISHRA, K. Evaluating supply chain risk in Indian dairy industry: a case study. International Journal of Decision Sciences, Risk and Management, Vol. 4, No. 1, pp.9–16, 2012.

[6] PEREIRA, J.C. et al., “Causal Model for Probabilistic Risk Analysis of Jet Engine Failure in Manufacturing Situational Operation (CAPEMO).”  International Journal of Engineering, Science and Innovative Technology, Volume 3, No. 3, p.701–717, 2014.

[7] BARDURDEEN, F. et al. “Quantitative modeling and analysis of supply chain risks using Bayesian theory.” Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 25 No. 5, p. 631-654, 2014.

[8] FAYER, G.. Análise de Riscos Aplicada aos Aspectos Hídricos dE Usinas Siderúrgicas utilizando as ferramentas de Analytic Hierarchy Process (AHP) e Bayesian Belief Networks (BBN). Dissertação de mestrado, Universidade Católica de Petrópolis, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil, 2018.

[9] ZHOU[, Y.; FENTON, N.; N](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0888613X14000371#!)EIL, M..” Bayesian network approach to multinomial parameter learning using data and expert judgments.” [International Journal of Approximate Reasoning](https://www.sciencedirect.com/science/journal/0888613X), [Vol. 55,](https://www.sciencedirect.com/science/journal/0888613X/55/5) p. 1252-1268, 2014.

[10] BAXTER, P.; JACK, S.. “Qualitative Case Study Methodology: Study Design and Implementation for Novice Researchers”. The Qualitative Report, Vol. 13, No. 4, 2008.

[11] AGENA LTD. AGENARISK Desktop. Disponível em: <https://www.agenarisk.com/agenarisk-free-trial>. Acesso em: outubro 2019.