

O Uso do método de análise hierárquica (AHP) na priorização de parâmetros que possam impactar o sistema de gestão de riscos operacionais em vários ramos da indústria brasileira.

Ricardo Cardoso

Mestrando em Sistemas de Engenharia – UCP
cardosoryco@gmail.com

Felipe Gabriel Kuhn Soares

Mestrando em Sistemas de Engenharia – UCP
felipegks@gmail.com

José Cristiano Pereira

Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Engenharia - UCP
josecristiano.pereira@ucp.br

1. INTRODUÇÃO

Conforme demonstrado por Slack (2009) [13], não importa quanto esforço uma organização faça, existe sempre o risco de algo dar errado. E que para alguns ramos da indústria a segurança operacional e o gerenciamento de risco deixou de ser algo desejável para ser algo necessário. Ainda segundo o autor, as fontes dos riscos e as suas consequências para o meio produtivo se tornaram cada vez mais difíceis de controlar.

No período de 1993 a 2013, cerca de 1100 eventos graves ocorreram, causando danos à propriedade e perdas no setor produtivo da ordem de US\$32 bilhões (Nolan, 2015) [10]. Os impactos negativos, associados a uma pressão da sociedade e dos órgãos governamentais culminaram em normas específicas para o Risco Operacional (ver Tabela 1). Inevitavelmente, estratégias de mitigação de risco foram adotadas e financiadas pelas empresas ao redor do mundo, em consonância com as exigências das agências reguladoras e das melhores práticas globais (Girling, 2013) [9]. Atualmente, é impossível pensar em modelos de gestão de negócios que desconsiderem o fator Risco Operacional.

Tabela 1 Lista das normas utilizadas por diversos setores produtivos que abordam a gestão de riscos operacionais. Fonte: Autores

1	ISO 9001	Sistemas de gestão de qualidade – Requisitos
2	ISO/TS 9001 [4]	Referente ao sistema de gestão de qualidade do setor de petróleo, petroquímico e indústrias de gás natural
3	ISO 22000 [3]	Se refere ao sistema de gestão da segurança de alimentos
4	ISO/IEC 31000 [1]	Gestão de riscos – técnica para o processo de avaliação de riscos
5	ISO/TS 16949	Sistema de gestão de qualidade – requisitos particulares da ABNT ISO 9001 para organizações de produção automotiva e peças de reposição pertinentes
6	ISO 15100	Referente ao sistema de gestão de qualidade para aviação, espaço e organizações de defesa;
7	ICAO SMM Manual 9859	Manual de gestão de segurança operacional

Por outro lado, nos mais diferentes ramos industriais, os riscos operacionais são identificados, mitigados e gerenciados considerando diferentes aspectos e diferentes impactos na operação e nos sistemas produtivos onde são identificados. Esse direcionamento, em sua maioria é regido por normas ou por regulamentações que padronizam aspectos de priorização de parâmetros que possam colocar em risco o sistema de gestão de riscos operacionais daquele setor específico, sem ter correlação direta com as boas práticas e preocupações de outros setores.

2. OBJETIVOS DO TRABALHO

O presente trabalho tem como objetivo buscar, através de pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo, utilizando a ferramenta AHP multicritério de tomada de decisão, as respostas das seguintes questões: Q1) Quais os principais parâmetros que podem comprometer o sucesso de um sistema de gestão de riscos operacionais em diversos ramos da industria brasileira? Q2) Existem diferenças de priorização desses parâmetros entre os setores, estudados nesse trabalho, na industria brasileira?

O presente trabalho é formulado estruturalmente pelo item 2, que trata da metodologia empregada em tal estudo, o questionário utilizado, os especialistas entrevistados e o detalhamento da ferramenta AHP. O item 3, onde é a revisão bibliográfica de estudos rescentes sobre a aplicação da ferramenta AHP em priorização de alternativas, critérios e são revistos os trabalhos mais expressivos relacionados ao sistema de gestão de riscos operacionais. Seguido pelo item 4, onde os resultados são apresentados e discutidos e finalizando o estudo no item 5, com as conclusões finais do estudo.

3. DESCRIÇÃO DO TRABALHO REALIZADO

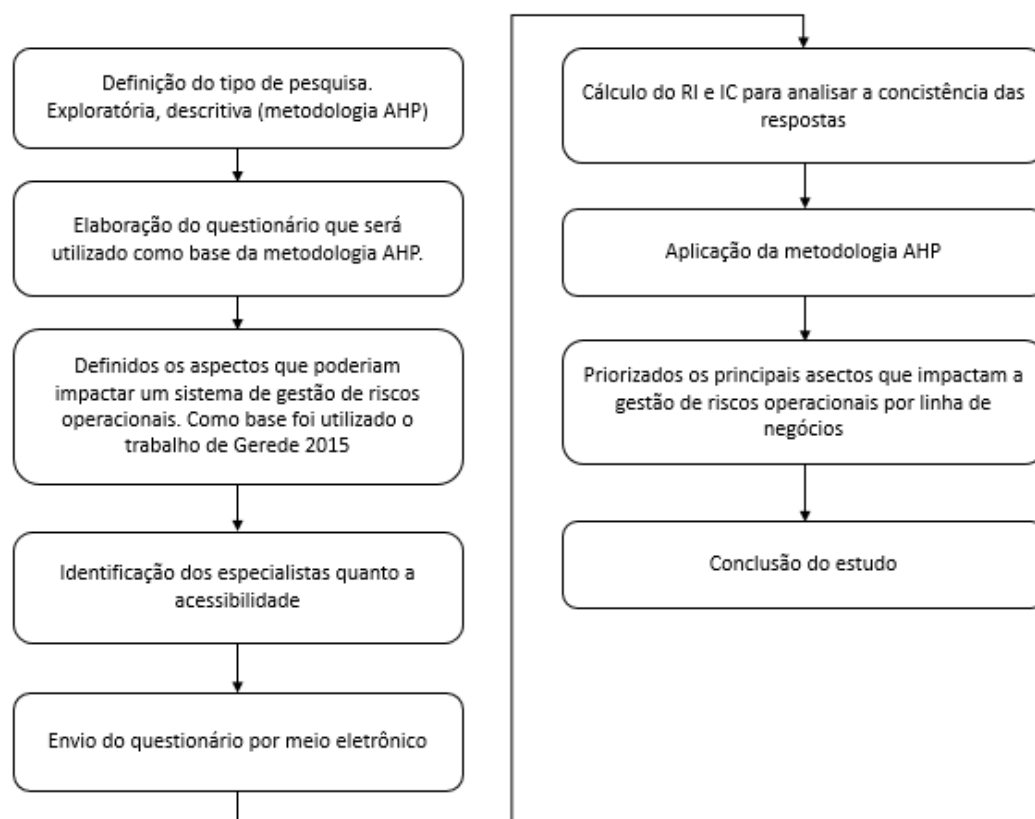
3.1 Metodologia

A comparação proposta nesse trabalho, será realizada utilizando o método multi critério de tomada de decisão AHP (Analytic Hierarchy Process) de Saaty (1980) [11], com base nos resultados de um formulário eletrônico respondido por uma amostra estratificada de funcionários das empresas atuantes nos seguintes setores produtivos: Petroquímica, aeronáutica, alimentícia e óleo e gás.

Para classificação da metodologia utilizada no presente trabalho, levou-se em consideração os critérios apresentados por Vergara (2014) [14], que classifica a metodologia aplicada à pesquisa quanto aos fins e quanto aos meios.

Quanto aos fins, o presente trabalho apresenta metodologia exploratória e descritiva. Isso devido a restrição de literatura já publicada sobre o comparativo de percepções de segurança operacional nos diversos setores industriais. Por outro lado, é classificado como descritiva, por utilizar a metodologia AHP para análise das diferentes opiniões fornecidas por especialistas. O detalhamento da metodologia utilizada nesse estudo é apresentada no fluxo 1, abaixo.

Fluxograma 1 – Metodologia aplicada no presente estudo. Fonte: Autores



Para tal estudo, a amostra estudada dos especialistas não levou-se em consideração aspectos estatísticos e sim a acessibilidade.

3.2 Revisão Bibliográfica

NBR ISO 9001 (2015) [6] Essa norma brasileira visa a promover a adoção de uma abordagem de processo para o desenvolvimento, implementação e melhoria da eficácia de um sistema de gestão de qualidade para aumentar a satisfação do cliente, através do atendimento de seus requisitos. Em 2015 essa norma sofreu uma grande revisão, onde a questão de abordagem de riscos operacionais, que não estava explícita na última revisão de 2008, foi modificada para a revisão atual, onde a organização deve entender e determinar os riscos operacionais a serem considerados no planejamento e implementação dos processos.

Gereide (2015) Nesse trabalho o autor realiza uma investigação dos desafios de implementação do sistema de gerenciamento de riscos operacionais em uma empresa de manutenção aeronáutica. O artigo foi resultado de um workshop de dois dias com 54 funcionários de 24 empresas do setor aeronáutico e o órgão regulamentador da aviação civil da Turquia (DGAC). No resultado do estudo o autor mostra que ter uma cultura justa é a chave para o sucesso de implementação do sistema de gerenciamento de riscos operacionais. Em adição, o papel da alta direção da empresa, que determina os objetivos e aloca recurso, é fundamental no suporte do sistema.

Chang e Chan (2013) O trabalho analisou a performance de operação do sistema de gestão de riscos em três aeroportos internacionais de Taiwan. Para essa análise os autores utilizaram um processo de dois estágios. O primeiro utilizou de análise através de valores de ranqueamento dos componentes do sistema de gerenciamento de riscos operacionais e o segundo estágio fez uma análise desses valores através da lógica Fuzzy.

O estudo apresentou como conclusão que os seguintes componentes são os mais importantes da estrutura de um sistema de SMS, nos aeroportos estudados:

- a) Gerenciamento de risco de segurança;
- b) Política e o Objetivos de segurança;
- c) Promoção de segurança;

d) Garantia de Segurança.

Os principais elementos apresentados no estudo são:

- a) Identificação de riscos;
- b) Comprometimento da alta direção;
- c) Estratégia de mitigação de riscos;
- d) Controle e monitoração de mitigação de riscos.

Chen e Chen (2012) [7] Através do seu trabalho demonstraram os vários níveis de implementação do SMS em uma empresa aérea. Segundo os autores, essa escala de desenvolvimento de implementação ainda é restrita e precisa de algum desenvolvimento. Na introdução, o autor já menciona a importância do apoio da alta diretoria para a implementação de tal sistema. Para isso ocorrer, o autor demonstra que é necessário que os requisitos de sistema de gestão de riscos estejam ligados diretamente à cultura e atividades da empresa. E que é de extrema importância que os líderes operacionais entendam e orientem seus subordinados a terem atitudes voltadas para segurança operacional no dia-a-dia da operação. Ainda segundo os autores, existe uma lacuna entre a alta direção organizacional e o time operacional. O resultado do trabalho demonstrou que cinco fatores, com 23 itens no total, são responsáveis por 68.1% da variação da escala de avaliação da implementação do SMS.

NBR ISO 31010 (2012) [2], Norma brasileira que se destina ao apoio a norma NBR ISO 31000 [1]. Essa norma fornece orientações sobre a seleção de técnicas sistêmicas para o processo de avaliação de riscos operacionais. No decorrer dessa norma são apresentadas diversas ferramentas para o processo de avaliação de riscos, com sua breve definição, aplicabilidade em cada etapa do processo e os atributos de seleção para tal ferramenta (capacidade, natureza do grau de incerteza e complexidade).

NBR ISO 31000 (2009)[1], Norma brasileira que apresenta princípios e diretrizes para a gestão de riscos. Embora essa norma não tenha o propósito de certificação, ela pode ser utilizada por qualquer empresa que deseje trabalhar no processo de concepção e implementação de planos e gestão de riscos operacionais.

Saaty (1980) [11], apresenta uma introdução ao método multi critério de tomada de decisão (AHP), que é um método de análise hierárquica onde os fatores são alinhados e tratados hierarquicamente de acordo com as opiniões de especialistas. Uma segunda análise é apresentada por Saaty, que é a de calcular o grau de aceitação da variação de respostas dos especialistas, denominada razão de consistência dos julgamentos (RC). Esta ferramenta se tornou altamente utilizada nos processos de tomada de decisões devido a sua flexibilidade e facilidade de utilização.

3.3 Analytic Hierarchy Process (AHP)

Para a análise utilizando a metodologia AHP, pode-se utilizar três passos básicos, conforme apresentado por Saaty (1980) [12]:

Estruturação do problema através de uma hierarquia. Essa estrutura demonstra a relação do objetivo principal do estudo com todos os outros níveis e suas relações diretas e indiretas.

Coleta das informações dos especialistas. Através de uma análise comparativa, utilizando entre pares de critérios, critérios e alternativas é estabelecido a matriz quadrada conforme figura. Uma análise comparativa foi executada entre pares de critérios utilizando a experiência dos julgadores, conforme tabela 2.

Tabela 2 – Tabela de escala fundamental de comparação. Fonte: Adaptado de Saaty 1980

Importância	Definição
1	Ambos elementos são de igual importância
3	Importância moderada de um elemento sobre o outro
5	Forte importância de um elemento sobre o outro
7	Importância muito forte de um elemento sobre o outro
9	Extrema importância de um elemento sobre o outro

A matriz global é montada onde os critérios e opções respectivamente avaliados são consolidados em uma matriz quadrada, conforme figura 3.

Figura 3 – Matriz quadrada. Fonte: Adaptado de Saaty 1980

$$\begin{matrix} & A_1 & A_2 & \dots & A_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} w_1/w_1 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & \ddots & w_2/w_n \\ \vdots & & \vdots \\ w_n/w_1 & \dots & w_n/w_n \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} & = n & \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix}
 \end{matrix}$$

O grau de aceitação da variação de respostas dos especialistas é então calculado. Para isso é necessário calcular a razão de consistência dos julgamentos, denominada (RC) e definida por:

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (1)$$

Onde IR é o índice de consistência randômico, obtido para uma matriz recíproca de ordem n, com elementos não negativos. Conforme tabela 3.

Tabela 3- Tabela de cálculo de RI. Fonte: Adaptado de Saaty 1980

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,14	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Ainda IC é definido por :

$$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)} \quad (2)$$

Sendo λ_{max} é o autovalor da matriz de julgamento.

Segundo Saaty (1980) [12], a condição de aceitação da razão de consistência é RC menor ou igual a 0,10.

Passo 6: A classificação final das alternativas é multiplicada pelos pesos do critério e adicionada para então chegar nos valores de taxas locais. Estes valores são multiplicados pelo peso do critério e adicionados para chegar então nos valores de taxas globais.

Segundo Saaty (1980) [12], a metodologia AHP produz autovalores para cada alternativa baseada no julgamento de importância de uma alternativa sobre a outra, respeitando um critério comum.

4. RESULTADOS OBTIDOS

A lista dos fatores que podem impactar o sucesso do sistema de gestão identificado por Gereide (2015) [8] foi adaptado de maneira a ser aplicável aos mais diversos ramos das indústrias. A lista considerada foi: O medo da punição que prejudica o relato; A crença de que os relatos de segurança operacional não fornecem quaisquer benefícios; Falha na criação de uma cultura justa; Pressão pela alta gerência pela produção; A falha da alta gerência para entender o significativo de segurança operacional; Falha da cultura organizacional no apoio a uma cultura de segurança operacional.

A matriz global, conforme demonstrada na figura 3, foi elaborada para cada ramo da indústria em duas etapas. A primeira foi executada a comparação em pares dos critérios e em um segundo momento a avaliação em pares das alternativas considerando o impacto para cada critério. Totalizando para cada ramo da indústria,

quatro matrizes principais 6x6 para avaliação em pares dos critérios e seis matrizes 4x4 para avaliação das alternativas.

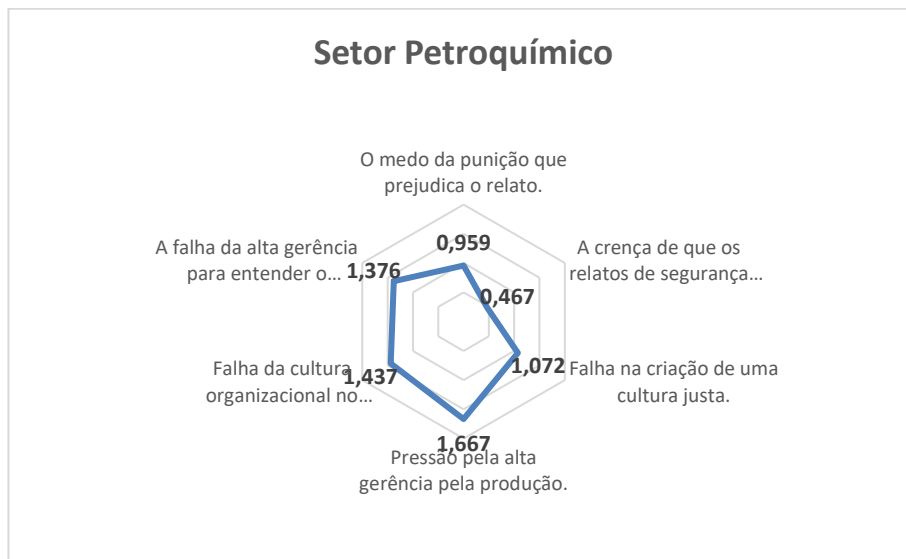
A tabela 4 mostra o sumário do resultado da priorização através do método AHP para as indústrias petroquímica, aeronáutica, alimentícia e óleo e gás. Essa mesma tabela lista os critérios e alternativas independentes avaliadas pela metodologia AHP. Todos os resultados apresentaram RC menor que 0,1.

Tabela 4- Tabela sumário do resultado da metodologia AHP. Fonte: Autores

		O medo da punição que prejudica o relato.	A crença de que os relatos de segurança operacional não fornecem quaisquer	Falha na criação de uma cultura justa.	Pressão pela alta gerência pela produção.	Falha da cultura organizacional no apoio a uma cultura de segurança operacional.	A falha da alta gerência para entender o significativo de segurança operacional.	Priority Vector (Criteria)
Petroquímica	Vetor prioritário	0.142	0.067	0.151	0.240	0.206	0.193	
	Documentação	0.895	0.490	0.500	0.490	0.534	0.482	0.557
	Treinamento de Segurança operacional	1.862	2.205	1.867	1.990	1.824	1.848	6.522
	Comprometimento da alta direção da empresa	2.571	2.786	3.143	2.714	2.857	3.024	32.999
	Política de segurança operacional	1.405	1.471	1.581	1.738	1.762	1.786	27.831
	Vetor prioritário	0.959	0.467	1.072	1.667	1.437	1.376	
Aeronáutica	Vetor prioritário	0.159	0.043	0.210	0.246	0.197	0.166	
	Documentação	0.400	0.394	0.400	0.387	0.380	0.364	0.395
	Treinamento de Segurança operacional	1.916	1.372	1.920	2.333	2.768	2.518	4.945
	Comprometimento da alta direção da empresa	2.504	3.529	3.265	3.772	3.518	3.018	42.044
	Política de segurança operacional	1.917	3.529	1.920	1.751	1.730	2.083	42.503
	Vetor prioritário	1.069	0.377	1.576	2.025	1.657	1.328	
Alimentícia	Vetor prioritário	0.320	0.136	0.062	0.344	0.062	0.077	
	Documentação	0.667	0.667	0.667	0.667	0.667	0.667	0.667
	Treinamento de Segurança operacional	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	10.000
	Comprometimento da alta direção da empresa	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	27.500
	Política de segurança operacional	0.667	0.667	0.667	0.667	0.667	0.667	7.333
	Vetor prioritário	1.814	0.769	0.349	1.949	0.349	0.436	
Oil and Gas	Vetor prioritário	0.155	0.244	0.309	0.095	0.177	0.020	
	Documentação	2.333	2.333	2.333	2.333	2.333	3.500	2.356
	Treinamento de Segurança operacional	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.000	51.333
	Comprometimento da alta direção da empresa	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	0.571	8.798
	Política de segurança operacional	1.333	1.333	1.333	1.333	1.333	0.633	3.060
	Vetor prioritário	1.172	1.845	2.340	0.723	1.343	0.152	

Para cada ramo da indústria avaliado foram identificados três fatores prioritários em um sistema de gestão de riscos operacionais. Para a indústria Petroquímica observa-se que o critério relacionado ao comprometimento da alta direção é o item prioritário. No aspecto das alternativas destacam-se a pressão por produção, falha na cultura organizacional em apoiar uma cultura de segurança e por fim novamente um aspecto voltado à alta gerência, que é relacionado ao entendimento da alta gerência sobre a segurança operacional. Detalhamento demonstrado no gráfico 1.

Gráfico 1 – Resultado setor Petroquímico. Fonte: Autores



Para o setor aeronáutico, o critério relacionado a política de segurança operacional se destaca como item prioritário. As alternativas que tiveram um resultado mais alto e seriam fatores que poderiam influenciar ao sistema de segurança operacional são: Falha na criação de uma cultura justa, seguida pela pressão por produção e conforme aconteceu no setor petroquímico, a resistência da alta gerência em entender o significado de segurança operacional. Detalhamento demonstrado no gráfico 2.

Gráfico 2 – Resultado setor aeronáutico. Fonte: Autores



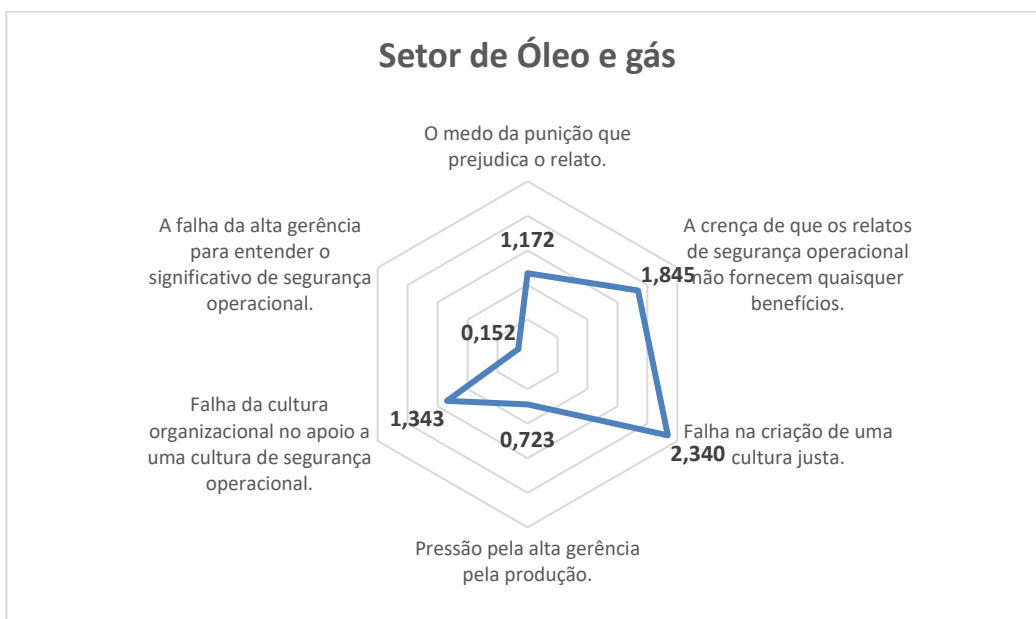
O setor alimentício apresentou como critério prioritário o comprometimento da alta gerência da empresa. As alternativas que se destacaram foram; medo de punição, a crença que os relatos sobre segurança não trariam efeitos e a falha de uma cultura justa voltada à segurança operacional. Conforme demonstrado no gráfico 3.

Gráfico 3 – Resultado setor alimentício. Fonte: Autores



Por fim o setor de óleo e gás apresentou o treinamento em segurança operacional como sendo o critério prioritário. As alternativas que se destacaram foram; crença que os relatos não trazem benefício para a segurança operacional, falha na criação de uma cultura justa e conforme aconteceu no setor petroquímico e aeronáutico, o entendimento da alta gerência em entender o significado de segurança operacional. Conforme demonstrado no gráfico 4.

Gráfico 4 – Resultado setor Óleo e Gás. Fonte: Autores



5. CONCLUSÕES

Em resposta a primeira pergunta do trabalho, os parâmetros relevantes que poderiam comprometer ao sistema de gestão de riscos operacionais estão listados na tabela 4 e detalhados graficamente por ramos da indústria do gráfico 1 ao gráfico 4.

Em resposta à segunda pergunta, foram identificados três fatores prioritários em um sistema de gestão de riscos operacionais. O resultado para a indústria Petroquímica teve o critério relacionado ao comprometimento da alta direção como o item prioritário. No aspecto das alternativas destacam-se a pressão por produção, falha na cultura organizacional em apoiar uma cultura de segurança e por fim novamente um aspecto voltado à alta gerência, que é relacionado ao entendimento da alta gerência sobre a segurança operacional. Já no setor aeronáutico, o critério relacionado a política de segurança operacional se destaca como item prioritário. As alternativas que tiveram um resultado mais alto foram: Falha na criação de uma cultura justa, seguida pela pressão por produção e conforme aconteceu no setor petroquímico, a resistência da alta gerência em entender o significado de segurança operacional. O setor alimentício apresentou como critério prioritário o comprometimento da alta gerência da empresa. As alternativas que se destacaram foram: medo de punição, a crença que os relatos sobre segurança não trariam efeitos e a falha de uma cultura justa voltada à segurança operacional. Por fim o setor de óleo e gás apresentou o treinamento em segurança operacional como sendo o critério prioritário e as alternativas que se destacaram foram: crença que os relatos não trazem benefício para a segurança operacional, falha na criação de uma cultura justa e entendimento da alta gerência em entender o significado de segurança operacional. Ainda tem como evidência que, uma falha da cultura organizacional a um apoio a cultura de segurança juntamente com a pressão da alta gerência da empresa por um resultado produtivo, pode ser um fator de impacto no sistema de gestão de riscos operacionais na indústria petroquímica, aeronáutica e óleo e gás conforme referenciado na tabela 4.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR ISO 31000- “Gestão de Riscos – Princípios e diretrizes”. ABNT. Rio de Janeiro. (2009).

ISO/IEC 31010- “Risk management– Risk assessment techniques, International Organization for Standardization”. ISO/IEC. (2009).

ABNT. ABNT/NBR ISO 22000 - “Sistemas de gestão da segurança de alimentos – Requisitos para qualquer organização na cadeia produtiva de alimentos”. ABNT. Rio de Janeiro (2006).

ABNT ISO/TS 9001- “Indústrias do petróleo, gás natural e petroquímica - Sistemas de gestão da qualidade específicos do setor - Requisitos para organizações de fornecimento de produtos e serviços”. ABNT. Rio de Janeiro (2010).

ABNT NBR ISO 9000- “Sistemas de Gestão da Qualidade – Fundamentos e Vocabulário”. ABNT. Rio de Janeiro (2009).

ABNT NBR 9001- “Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos”. ABNT. Rio de Janeiro (2008).

CHEN, F. & CHEN, S.- “Scale development of safety management system evaluation for the airline industry”. Taiwan. *Accident Analysis and Prevention*. (2012).

GEREDE, E.- “A Study of challenges to the success of the safety management system in aircraft maintenance organizations in Turkey”. Turkey. *Safety Science*. (2014).

GIRLING, P.; “Operational Risk Management”. EUA, New Jersey- Wiley. (2013).

NOLAN, P.- “Safety and Security review for the process industries”. EUA, San Diego- Elsevier, (2015).

SAATY, T.L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill. EUA. (1980).

SAATY, T. L. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, Nova Iorque, EUA, (1980).

SLACK, N.; ROBERT, J.; CHAMBERS, S. *Administração da produção*. Atlas, São Paulo, Brasil (2009).

VERGARA, S.; *Métodos de Pesquisa em Administração*. Atlas, São Paulo, Brasil (2014).