

## *Análise de riscos ambientais e ocupacionais em uma usina de fabricação de asfalto*

Os riscos inerentes ao processo produtivo do asfalto estão relacionados, entre outros aspectos, também às emissões atmosféricas de poluentes químicos, podendo afetar também a saúde dos trabalhadores que atuam em sua produção e uso. É nesse contexto que se desenvolve a presente pesquisa, na qual se realizou a avaliação de riscos ambientais e ocupacionais em uma usina de fabricação de asfalto, localizada no Município de Pelotas, Região Sul do Estado do Rio Grande do Sul, situada na região portuária desta cidade. Essa usina produz em média cerca de 450 ton. por mês de asfalto. Toda produção é aplicada diariamente nas manutenções das vias municipais da cidade, em projetos de pavimentação e requalificação de vias pavimentadas. Para tanto, foi realizada uma análise dos riscos no processo, tanto em termos ambientais quanto ocupacional. Utilizou-se algumas ferramentas típicas de gestão, como a Análise Preliminar de Riscos (APR) e aplicação do Diagrama de Ishikawa, Planos de Ação (5W1H), no âmbito das quatro principais etapas do fluxo produtivo da usina de fabricação de asfalto do estudo: agregados, operação da usina, manutenção da usina e descarga do asfalto. A APR trouxe em evidência direta os riscos e suas probabilidades. Já o Diagrama de Ishikawa auxiliou na identificação dos riscos nas etapas dos processos. Essas duas ferramentas utilizadas de forma integrada evidenciaram os principais problemas durante a execução das atividades que fazem parte do processo sob estudo. A necessidade de padronização na realização das atividades e de programas de treinamentos aos trabalhadores, tanto relacionados ao processo produtivo quanto a Saúde e Segurança no Trabalho (SST) para reconhecimento dos riscos que ficam expostos, sobressairam na utilização das duas ferramentas de análise de riscos. O método de APR contribuiu fortemente no levantamento e avaliação de riscos. A técnica 5W1H, por sua vez, auxiliou na organização e planejamento das ações voltadas à mitigação dos riscos, por meio de melhorias no processo.

**Palavras-chave:** Riscos ambientais; Usina de asfalto; APR; Ishikawa; 5W1H.

## *Environmental and occupational risk analysis in an asphalt manufacturing plant*

The risks inherent to the asphalt production process are related, among other things, also to atmospheric emissions of chemical pollutants, which can also affect the health of workers involved in its production and use. It is in this context that the present research was developed, in which an evaluation of environmental and occupational risks was carried out at an asphalt plant located in the city of Pelotas, in the southern region of the state of Rio Grande do Sul, in the city's port region. This plant produces an average of 450 tons of asphalt per month. All the production is applied daily in the maintenance of the city's municipal roads, in paving projects, and in the requalification of paved roads. To this end, an analysis of the risks in the process was performed, both in environmental and occupational terms. Some typical management tools were used, such as the Preliminary Risk Analysis (PRA) and the application of the Ishikawa Diagram, Action Plans (5W1H), within the four main stages of the production flow of the study's asphalt manufacturing plant: aggregates, plant operation, plant maintenance, and asphalt unloading. The PRA brought into direct evidence the risks and their probabilities. The Ishikawa Diagram helped in the identification of risks in the process stages. These two tools used in an integrated way showed the main problems during the execution of the activities that are part of the process under study. The need for standardization in the performance of activities and training programs for workers, both related to the production process and to Occupational Health and Safety (OSH) for the recognition of the risks they are exposed to, stood out in the use of the two risk analysis tools. The PRA method contributed strongly in the survey and evaluation of risks. The 5W1H technique, in turn, helped in the organization and planning of actions aimed at risk mitigation, through process improvements.

**Keywords:** Environmental hazards; Asphalt plant; PRA; Ishikawa; 5W1H.

Topic: **Engenharia Ambiental**

Received: **08/10/2021**

Approved: **27/10/2021**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

**Denise Dobke** 

Universidade Federal de Pelotas, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0775090318405311>  
<http://orcid.org/0000-0002-2791-545X>  
[denisedobke@gmail.com](mailto:denisedobke@gmail.com)

**Gizele Ingrid Gadotti** 

Universidade Federal de Pelotas, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4110765012494684>  
<http://orcid.org/0000-0001-9545-6577>  
[gizeleingrid@gmail.com](mailto:gizeleingrid@gmail.com)

**Danilo Franchini** 

Universidade Federal de Pelotas, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2528036766987304>  
<http://orcid.org/0000-0002-1366-7053>  
[danilo.franchini@hotmail.com](mailto:danilo.franchini@hotmail.com)

**Luis Antonio dos Santos Franz** 

Universidade Federal de Pelotas, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/9673217950052451>  
<http://orcid.org/0000-0001-5541-5180>  
[luisfranz@gmail.com](mailto:luisfranz@gmail.com)

**Andrea Souza Castro** 

Universidade Federal de Pelotas, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4328855884811171>  
<http://orcid.org/0000-0003-1989-684X>  
[andreascastro@gmail.com](mailto:andreascastro@gmail.com)

**Ruan Bernardy** 

Universidade Federal de Pelotas, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4011160563175226>  
<http://orcid.org/0000-0001-9285-1993>  
[ruanbernardy@yahoo.com.br](mailto:ruanbernardy@yahoo.com.br)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.010.0030

### Referencing this:

DOBKE, D.; GADOTTI, G. I.; FRANCHINI, D.; FRANZ, L. A. S.; CASTRO, A. S.; BERNARDY, R.. Análise de riscos ambientais e ocupacionais em uma usina de fabricação de asfalto. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.12, n.10, p.369-382, 2021. DOI:  
<http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.010.0030>

## INTRODUÇÃO

As usinas de asfalto podem causar impacto ao meio ambiente, necessitando do desenvolvimento de estratégias que permitam diagnosticar os eventuais danos e possíveis soluções dos problemas (RAUBER et al., 2004). Em relação à matéria prima utilizada, uma mistura asfáltica consiste no envolvimento de agregados minerais com cimento asfáltico líquido em altas temperaturas, que variam entre 150 e 180°C. As misturas asfálticas a quente são os principais materiais industrializados utilizados na pavimentação (BERNUCCI et al., 2010).

Os principais impactos relacionados a uma usina de asfalto do tipo Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ) na sua maioria, são as emissões atmosféricas e elevados níveis de ruídos (FAGNANI et al. 2009). Além dos riscos ocupacionais relacionados a atividade que são avaliados anualmente, a análise dos impactos ambientais causados é imprescindível para que a atividade se torne menos prejudicial, tanto aos trabalhadores, quanto ao meio ao qual está inserida.

Corroborando com os estudos relacionados à gestão da Saúde e Segurança no Trabalho, Chiavenato (2014) salienta que as pessoas passam boa parte de seu tempo de sua vida, em um local de trabalho, que se constitui como seu hábitat. Por um lado, e no tocante aos aspectos ambientais, o espaço de trabalho se caracteriza em termos de danos potenciais físicos, que afetam o bem-estar, a saúde e integridade das pessoas. De outro lado, os aspectos ambientais também afetam elementos mais subjetivos como o bem-estar psicológico, a saúde mental e a integridade moral das pessoas.

A análise e gerenciamento de riscos, segundo Ribeiro (2012), examina alguns tipos de riscos a que estão sujeitas às atividades de uma fábrica, e que podem trazer graves prejuízos como, por exemplo, contaminação do produto, morte de trabalhador e/ou danos ao meio ambiente, explosões, incêndios e outros. Como consequência, essas ocorrências que dizem respeito à empresa podem envolver a ameaça às vidas humanas, perda de confiança do público e outras.

A Análise Preliminar de Risco (APR) é uma metodologia indutiva estruturada para identificar os potenciais perigos decorrentes da instalação de novas unidades e sistemas ou da própria operação da planta que trabalha com materiais perigosos. A metodologia pode ser empregada para sistemas em início de desenvolvimento ou na fase inicial do projeto, quando apenas os elementos básicos do sistema e os materiais estão definidos. Pode também ser usada como revisão geral de segurança de sistemas/instalações já em operação (BARROS, 2013).

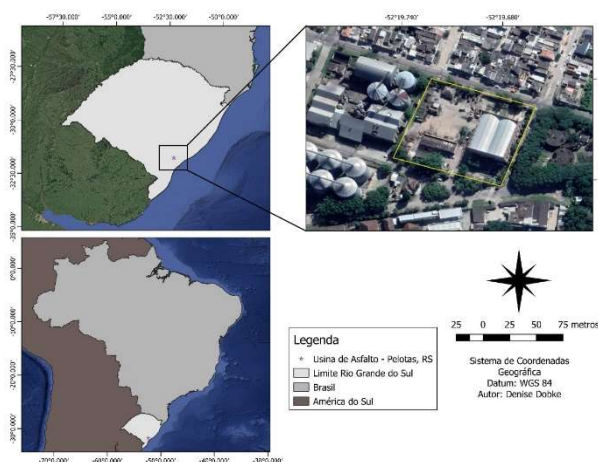
Já o Diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito ou espinha de peixe é uma ferramenta utilizada para a análise de dispersões no processo. Kaoru Ishikawa (1915 – 1989) foi quem desenvolveu a ferramenta através de uma ideia básica: Fazer as pessoas pensarem sobre causas e razões possíveis que fazem com que um problema ocorra. Ou seja, detalhar as causas dos problemas até chegar numa causa raiz (PEINADO et al., 2007).

O objetivo desse trabalho é realizar uma avaliação de riscos ambientais e ocupacionais em uma usina de fabricação de asfalto através do uso da Análise Preliminar de Riscos – APR e do Diagrama de Ishikawa,

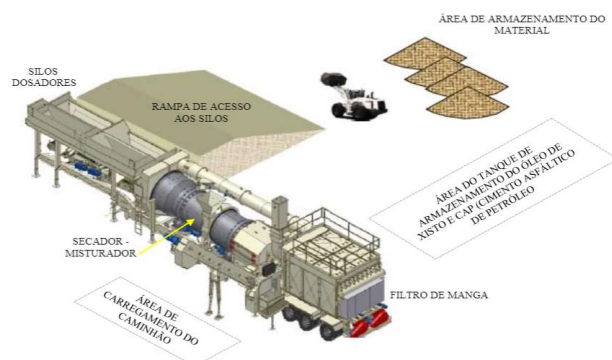
sugerindo as mitigações aplicáveis aos riscos ambientais e ocupacionais traçando um Plano de Ação para eles.

## METODOLOGIA

O local, objeto deste estudo, encontra-se no Município de Pelotas, Região Sul do Estado do Rio Grande do Sul, sendo a Usina localizada próxima ao Porto desta cidade, região a qual se intercala entre a zona industrial e a urbana, predominando a residencial. Ocupa uma área em torno de 8.800m<sup>2</sup>, dividida em portaria, escritório, oficina de manutenção, almoxarifado, área de abastecimento, área de estocagem de materiais e localização da usina (pátio externo). A Figura 1 mostra a localização da usina sob estudo, bem como sua inserção na região circundante. Na Figura 2 um layout muito semelhante ao local de estudo.



**Figura 1:** Localização da Usina de estudo. Fonte: Google Earth (2021).



**Figura 2:** Layout de um processo de usinagem de asfalto.

A técnica APR utilizada no presente trabalho foi uma compilação dos métodos implantados por Cardella (2016), Fruhauf et al. (2005) e Queiroz (2013). Já o Diagrama de Ishikawa foi utilizado o modelo de espinha de peixe proposto por Danielewicz (2006), baseando-se nas etapas citadas por Campos (2004). A estrutura definida para o trabalho é baseada no diagrama em formato de espinha de peixe, onde cada etapa relacionada em um tópico, é ainda subdividida, apresentando-se assim, as falhas durante a execução dos processos e que acarretam um resultado, este que fica na ponta da análise (cabeça do peixe).

A aplicação das ferramentas de gestão nesse trabalho, foram pensadas de maneira a englobar os processos que contém um grau de risco maior ou os que influenciam diretamente na graduação de riscos. Por isso, a aplicação das APR foi realizada em etapas específicas dos processos. As etapas escolhidas foram determinadas por serem: de fácil, rápido e amplo conhecimento pelos usuários. Com isso as atividades que se enquadram foram quatro: agregados, operação, manutenção e descarga de material.

Primeiramente, foi feito o Diagrama de Ishikawa para cada operação. Concomitante a seu uso, aplicou-se a metodologia da APR de forma mais direcionada aos riscos das atividades. Baseado nos dados obtidos e nas informações analisadas, foi posteriormente construído um Plano de Ação. Conforme a atualização da Norma Regulamentadora - NR 1, por meio da portaria Nº 6.730, de 9 de março de 2020, após a avaliação, os riscos ocupacionais devem ser classificados para fins de identificar a necessidade de adoção

de medidas de prevenção e elaboração do plano de ação. O modelo de plano de ação foi criado pelos autores do trabalho, baseando-se na NR 1 e no modelo 5W1H. Sua aplicação foi norteada por princípios típicos de um plano de ação eficaz, sendo eles: obter o comprometimento da administração, gerentes de unidades de trabalho e trabalhadores; assegurar a efetiva participação dos trabalhadores e dispor dos recursos e competências necessários. A Figura 3 ilustra a metodologia utilizada na pesquisa.

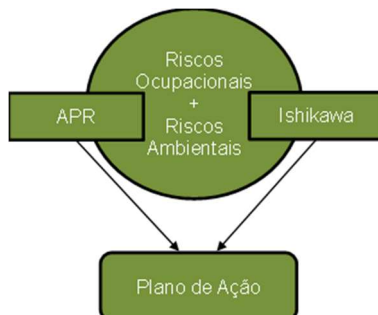


Figura 3: Metodologia da pesquisa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação das ferramentas foi em etapas específicas do processo de fabricação de asfalto através da usina automatizada. O Quadro 1 é a APR realizada em relação a etapa denominada Agregados. Essa etapa inclui as análises desde o recebimento dos materiais, armazenamento e manuseio dos mesmos durante a produção de asfalto e traz os perigos levantados, as causas prováveis e os danos. A ferramenta evidencia riscos relacionados ao meio ambiente e as atividades de trabalho, mostrando os perigos existentes e níveis de ação recomendados com base na avaliação de riscos.

Quadro 1: APR da etapa denominada Agregados.

PROCESSO: Agregados (1)						
IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO DANO/PERIGO			AVALIAÇÃO DE RISCO			NÍVEL DE AÇÃO
PERIGO	PROVÁVEIS CAUSAS	DANO	GRAV	PROB	CR	
Ruído excessivo	Circulação de máquinas e equipamentos	Perda auditiva, Desconforto ambiental	III	E	NT	Os controles existentes são insuficientes. Métodos alternativos devem ser considerados para reduzir a probabilidade de ocorrência e adicionalmente, as consequências, de forma a trazer os riscos para regiões de menor magnitude de riscos.
Acidentes	Pá carregadora Circulação de equipamentos pesados Falta de sinalização visual e sonora	Fraturas, lesões, morte.	IV	D	NT	Os controles existentes são insuficientes. Métodos alternativos devem ser considerados para reduzir a probabilidade de ocorrência e adicionalmente, as consequências, de forma a trazer os riscos para regiões de menor magnitude de riscos.
Acidentes	Queda de altura	Fraturas, lesões, morte.	IV	D	NT	Os controles existentes são insuficientes. Métodos alternativos devem ser considerados para reduzir a probabilidade de ocorrência e adicionalmente, as consequências, de forma a trazer os riscos para regiões de menor magnitude de riscos.
Químico- Aerodispersóides (Poeira mineral)	Movimentação do material (areia, pós de pedra e/ou brita)	Irritação ocular, tosse, Silicose, poeira em casas e vizinhança	III	E	NT	Os controles existentes são insuficientes. Métodos alternativos devem ser considerados para reduzir a probabilidade de ocorrência e adicionalmente, as consequências, de forma a trazer os riscos para regiões de menor magnitude de riscos.

Químico - emissão atmosférica na chaminé	Materiais com umidade excessiva devido a estocagem inadequada.	Aumento das emissões atmosféricas devido a umidade do material não estar ideal.	III	C	M	Controles adicionais devem ser avaliados com objetivo de obter-se uma redução dos riscos e implementados aqueles considerados praticáveis.
Físico	Radiação não ionizante	Queimaduras solares, desidratação, câimbras, câncer de pele	III	C	M	Controles adicionais devem ser avaliados com objetivo de obter-se uma redução dos riscos e implementados aqueles considerados praticáveis.
Ergonômicos	Postura inadequada, movimentação dos braços com ferramentas	Dores musculares	III	C	M	Controles adicionais devem ser avaliados com objetivo de obter-se uma redução dos riscos e implementados aqueles considerados praticáveis.

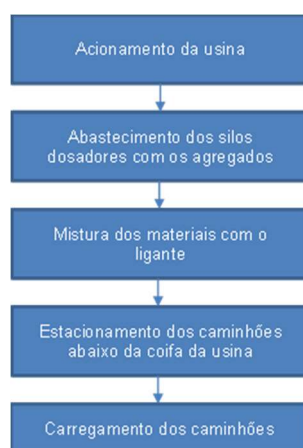
**GERENCIAMENTOS NECESSÁRIOS: Plano de ação**

Legenda: **GRAV/SEV: Gravidade/Severidade**; I - Desprezível; II – Marginal; III - Crítica; IV – Catastrófica. **FRE/PROB: frequência ou probabilidade**; A - Extremamente remota; B - Remota; C - Pouco Provável; D - Provável; E – Freqüente. **CR: categoria de risco**; Não Tolerável (NT), Risco Moderado (M) e Risco Tolerável (T).

Conforme observado no Quadro 1, os riscos inerentes a essa etapa vão ao encontro das análises realizadas por Florero (2014) também em uma usina de produção de asfalto automatizada. As análises referentes aos processos envolvendo aos agregados, seja na estocagem, seja na movimentação, evidenciam a existência dos riscos químicos presentes nessa etapa da produção, bem como, os riscos de acidentes.

De acordo com Florero (2014), os agregados devem estar armazenados em lugares amplos, de maneira a evitar misturas entre as pilhas de granulometria diferente, pois isso permite a agilidade na alimentação. Essa menor distância poderia diminuir a geração de aerodispersóides. A área de armazenagem dos agregados está exposta a aerodispersóides (poeira mineral) devido a circulação de equipamentos pesados. Bernucci et al. (2010) cita que a contaminação dos agregados com certos materiais, tornam impróprios sua utilização em revestimentos asfálticos, a menos que a quantidade desses materiais seja pequena. Para a etapa de Operação da Usina, a Figura 4 mostra o fluxo dos processos.

Os processos descritos nessa etapa não são padronizados. Na usina de estudo, os trabalhadores que realizam essas atividades, na sua maioria, possuem mais de 20 anos de trabalho no local, isso acarreta na realização das etapas de forma empírica, não sendo considerado totalmente inadequado, mas é necessárias adequações para melhoria da qualidade, tanto do produto final, quanto no ambiente de trabalho.



**Figura 4:** Fluxo de Operações da Usina.

Para o abastecimento dos silos foram analisadas a possibilidade de atropelamento pela presença de trabalhadores na área e o tombamento do equipamento devido à rampa de acesso aos silos. Já o abastecimento dos silos com os agregados ocorre de maneira mecânica, através da pá carregadora, mas o

controle desses materiais nos silos ocorre por um trabalhador de maneira manual, expondo o trabalhador à riscos como a queda em altura e à poeira do mineral. Esse controle se dá para que o processo não seja interrompido pela extrapolação ou sobrecarga de material nos silos.

O operador da usina, além dos demais trabalhadores envolvidos diretamente no processo da usinagem, ficam exposto ao ruído ambiental, emitido tanto pela usina, quanto pelo trânsito das máquinas, equipamentos e caminhões, além da exposição ao sol constante, pois a usina encontra-se no pátio aberto e no local não há nenhum tipo de cobertura. O quadro 2, com a APR da etapa de Operação da Usina, traz os riscos associados a essa etapa.

**Quadro 2:** APR da etapa denominada Operação da Usina.

PROCESSO: Operação da Usina (2)						
IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO DANO/PERIGO			AVALIAÇÃO DE RISCO			NÍVEL DE AÇÃO
PERIGO	PROVÁVEIS CAUSAS	DANO	GRAV	PROB	CR	
Acidente - Queda	Falta de uso de EPI em atividade realizada em altura.	Lesões, fraturas.	II	D	M	Controles adicionais devem ser avaliados com objetivo de obter-se uma redução dos riscos e implementados aqueles considerados praticáveis.
Acidente - esmagamento	Partes móveis da usina (correias)	Esmagamento de membros	II	D	M	Controles adicionais devem ser avaliados com objetivo de obter-se uma redução dos riscos e implementados aqueles considerados praticáveis.
Acidente – trânsito local	Atropelamento na área de produção pois não há sinalização no local	Lesões, fraturas, morte.	III	E	NT	Os controles existentes são insuficientes. Métodos alternativos devem ser considerados para reduzir a probabilidade de ocorrência e adicionalmente, as consequências, de forma a trazer os riscos para regiões de menor magnitude de riscos
Acidente – pá carregadora	Tombamento da pá carregadora na rampa de acesso aos silos.	Lesões, fraturas, morte.	II	E	M	Controles adicionais devem ser avaliados com objetivo de obter-se uma redução dos riscos e implementados aqueles considerados praticáveis.
Químico - Aerodispersóides (poeira mineral – sílica)	Circulação dos equipamentos; descarregamento do material nos silos.	Irritação ocular, tosse, Silicose, poeira em vias e casas	III	E	NT	Os controles existentes são insuficientes. Métodos alternativos devem ser considerados para reduzir a probabilidade de ocorrência e adicionalmente, as consequências, de forma a trazer os riscos para regiões de menor magnitude de riscos.
Químico - Aerodispersóides (gases, fumos e vapores orgânicos)	Exposição hidrocarbonetos aromáticos e cimento asfáltico de petróleo na usinagem de mistura asfáltica a quente.	Irritação na pele, irritação e inflamação nos olhos, tontura, sonolência, dor de cabeça, náusea, irritação do trato respiratório com tosse, dor de garganta. Dificuldade respiratória, danos aos pulmões. contém gás sulfídrico, extremamente tóxico.	IV	E	NT	Os controles existentes são insuficientes. Métodos alternativos devem ser considerados para reduzir a probabilidade de ocorrência e adicionalmente, as consequências, de forma a trazer os riscos para regiões de menor magnitude de riscos.
Físico – Ruído	Equipamentos sem manutenção.	Doenças ocupacionais/perda auditiva	III	E	NT	Os controles existentes são insuficientes. Métodos alternativos devem ser considerados para reduzir a probabilidade de ocorrência e adicionalmente, as consequências, de forma a

						trazer os riscos para regiões de menor magnitude de riscos
Físico – temperatura elevada	Dutos de transferência da emulsão ao reservatório da usina	Queimadura	III	E	NT	Os controles existentes são insuficientes. Métodos alternativos devem ser considerados para reduzir a probabilidade de ocorrência e adicionalmente, as consequências, de forma a trazer os riscos para regiões de menor magnitude de riscos
Ergonômicos	Postura inadequada cabine de controle e atividades relacionadas a operação.	Lombalgias, dores na coluna e músculos.	II	E	M	Controles adicionais devem ser avaliados com objetivo de obter-se uma redução dos riscos e implementados aqueles considerados praticáveis.

**GERENCIAMENTOS NECESSÁRIOS: Plano de ação**

**Legenda: GRAV/SEV: Gravidade/Severidade;** I - Desprezível; II – Marginal; III - Crítica; IV – Catastrófica. **FRE/PROB: frequência ou probabilidade;** A - Extremamente remota; B - Remota; C - Pouco Provável; D - Provável; E – Frequente. **CR: categoria de risco;** Não Tolerável (NT), Risco Moderado (M) e Risco Tolerável (T).

Conforme análises realizadas por Florero (2014), essas atividades que envolvem os processos de transporte de agregado ao silo e a operação da usina, possuem categoria de risco classificada como 6 e com prioridade de atuação alta. Tabela de Cardella (2016) utilizada pelos autores para classificação dos riscos afirmou a presença de emissões atmosféricas com aerodispersóides sólidos através de poeira mineral e gases e fumos provenientes do processo de mistura e do produto acabado, corroborando com esse trabalho.

A APR do quadro 3 mostra a análise da etapa escolhida como Manutenção da Usina. A manutenção é realizada pelos funcionários do quadro da Prefeitura, portanto não havendo terceirização desses serviços. Os mesmos não possuem cursos e treinamentos relacionados a manutenção da usina, que é realizada através dos conhecimentos adquiridos ao longo da vida laboral de alguns desses trabalhadores, que nem ao mesmo ocupam o cargo de mecânico no local. Na sua maioria são serventes, operários e auxiliares operacionais.

**Quadro 3: APR da etapa denominada Manutenção da Usina.**

<b>PROCESSO: Manutenção da Usina (3)</b>						
<b>IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO DANO/PERIGO</b>			<b>AValiação DE RISCO</b>			<b>NÍVEL DE AÇÃO</b>
<b>PERIGO</b>	<b>PROVÁVEIS CAUSAS</b>	<b>DANO</b>	<b>GRAV</b>	<b>PROB</b>	<b>CR</b>	
Acidente - Espaço confinado	Troca de filtros de manga	Lesões, cortes, desmaio, morte fratura	II	D	M	Controles adicionais devem ser avaliados com objetivo de obter-se uma redução dos riscos e implementados aqueles considerados praticáveis.
Acidente - Queda de altura	Falta de uso de EPI nas manutenções em locais elevados.	Lesões, cortes, fraturas e traumatismo	III	E	NT	Os controles existentes são insuficientes. Métodos alternativos devem ser considerados para reduzir a probabilidade de ocorrência e adicionalmente, as consequências, de forma a trazer os riscos para regiões de menor magnitude de riscos
Acidente – queda de ferramentas	Substituição de peças.	Lesões, cortes	II	E	M	Controles adicionais devem ser avaliados com objetivo de obter-se uma redução dos riscos e implementados aqueles considerados praticáveis.
Químico – Aerodispersóides (poeira mineral – sílica)	Poeira presente na usina e equipamentos e na vizinhança.	Irritação ocular, tosse, Silicose, desconforto ambiental	III	E	NT	Os controles existentes são insuficientes. Métodos alternativos devem ser considerados para reduzir a probabilidade de ocorrência e adicionalmente, as consequências, de forma a trazer os riscos para regiões de menor magnitude de riscos.
Químico - lubrificantes	Correias, silos, mancais.	Irritação na pele, nos olhos, dor de cabeça, probabilidade de danos ambientais	II	E	M	Controles adicionais devem ser avaliados com objetivo de obter-se uma redução dos riscos e implementados aqueles considerados praticáveis.
Ergonômico - postura inadequada	Atividades de manutenção	Lombalgias, dores na coluna e músculos	II	E	M	Controles adicionais devem ser avaliados com objetivo de obter-se uma redução dos

						riscos e implementados aqueles considerados praticáveis.
Físico - temperatura	Manutenção em peças quentes (dutos)	Queimadura	II	E	M	Controles adicionais devem ser avaliados com objetivo de obter-se uma redução dos riscos e implementados aqueles considerados praticáveis.
Físico	Radiação ionizante - sol	Queimaduras solares, desidratação, câimbras, câncer de pele	III	C	M	Controles adicionais devem ser avaliados com objetivo de obter-se uma redução dos riscos e implementados aqueles considerados praticáveis.

**GERENCIAMENTOS NECESSÁRIOS: plano de ação**

Legenda: **GRAV/SEV: Gravidade/Severidade**; I - Desprezível; II - Marginal; III - Crítica; IV - Catastrófica. **FRE/PROB: frequência ou probabilidade**; A - Extremamente remota; B - Remota; C - Pouco Provável; D - Provável; E - Frequente. **CR: categoria de risco**; Não Tolerável (NT), Risco Moderado (M) e Risco Tolerável (T).

As manutenções ocorrem de maneira corretiva, ou seja, apenas quando surge a necessidade. Não há um plano de manutenção com periodicidade estipulada e/ou prazos. Assim como, os filtros de manga, que são os dispositivos de controle de poluição da usina, eles não são trocados periodicamente, ocorrendo apenas quando, visualmente, a fumaça da chaminé apresenta-se com coloração diferenciada.

A troca dos filtros ocorre em local que foi caracterizado como espaço confinado e o acesso a esse local, exige conhecimentos apropriados e treinamento específico para realização da atividade, o que não é atendido nesse caso. As manutenções por ocorrerem de forma corretiva acabam se dando sem condições de segurança. Há riscos de quedas, esmagamentos, lesões durante a realização. Como Florero (2014) evidenciou os equipamentos da usina, mesmo em qualquer outro empreendimento, requerem manutenções preventivas, corretivas e preditivas para seu desempenho, bom funcionamento e principalmente para prevenir qualquer acidente.

O quadro 4 é a APR da etapa de Descarga do Asfalto pronto nos caminhões que transportam para o trecho de aplicação. Considerando que a usina do estudo é do tipo automatizada, após a mistura dos materiais e preparação da massa asfáltica, a mesma é descarregada diretamente nas carrocerias dos caminhões.

**Quadro 4:** APR da etapa denominada Descarga de Asfalto.

PROCESSO: Descarga do asfalto (4)						
IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO DANO/PERIGO			AVALIAÇÃO DE RISCO			NÍVEL DE AÇÃO
PERIGO	PROVÁVEIS CAUSAS	DANO	GRAV	PROB	CR	
Acidentes - trânsito	Caminhões sem manutenção. Inexistência de um programa de manutenção de frotas.	Fraturas, lesões, morte.	II	D	M	Controles adicionais devem ser avaliados com objetivo de obter-se uma redução dos riscos e implementados aqueles considerados praticáveis.
Acidentes - com atropelamento	Trânsito no local sem sinalização.	Fraturas, lesões, morte.	III	E	NT	Os controles existentes são insuficientes. Métodos alternativos devem ser considerados para reduzir a probabilidade de ocorrência e adicionalmente, as consequências, de forma a trazer os riscos para regiões de menor magnitude de riscos
Acidente - queda de altura	Altura da caçamba para a colocação de óleo cru fino, óleo parafínico ou solução de cal, de modo a evitar a aderência da mistura às chapas da báscula. ou para a cobertura da caçamba.	Lesões, cortes, fraturas.	II	D	M	Controles adicionais devem ser avaliados com objetivo de obter-se uma redução dos riscos e implementados aqueles considerados praticáveis.
Químico - Aerodispersóides	Exposição hidrocarbonetos aromáticos e cimento asfáltico	Irritação na pele, irritação e inflamação nos olhos,	IV	E	NT	Os controles existentes são insuficientes. Métodos

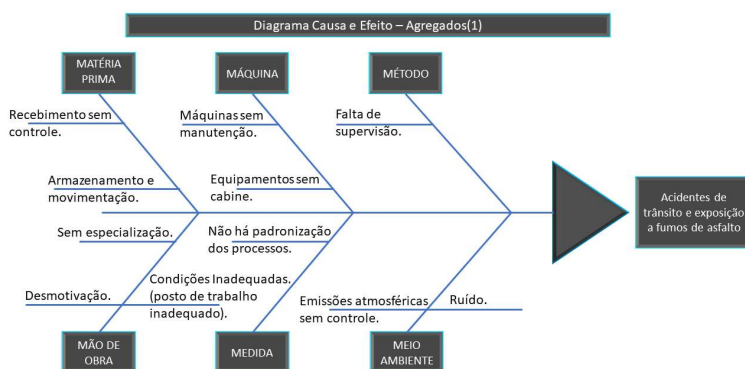


(gases, fumos e vapores orgânicos)	de petróleo no controle de carregamento dos caminhões.	tontura, sonolência, dor de cabeça, náusea, irritação do trato respiratório com tosse, dor de garganta. Dificuldade respiratória, danos aos pulmões. contém gás sulfídrico, extremamente tóxico.				alternativos devem ser considerados para reduzir a probabilidade de ocorrência e adicionalmente, as consequências, de forma a trazer os riscos para regiões de menor magnitude de riscos.
Físico - ruído	Operação da usina Máquinas e equipamentos	Perda auditiva, desconforto ambiental	IV	E	NT	Os controles existentes são insuficientes. Métodos alternativos devem ser considerados para reduzir a probabilidade de ocorrência e adicionalmente, as consequências, de forma a trazer os riscos para regiões de menor magnitude de riscos.

**GERENCIAMENTOS NECESSÁRIOS: Plano de ação**

Legenda: **GRAV/SEV: Gravidade/Severidade;** I - Desprezível; II – Marginal; III - Crítica; IV – Catastrófica. **FRE/PROB: frequência ou probabilidade;** A - Extremamente remota; B - Remota; C - Pouco Provável; D - Provável; E – Frequente. **CR: categoria de risco;** Não Tolerável (NT), Risco Moderado (M) e Risco Tolerável (T).

Para cada etapa do processo foi realizada uma análise, através do Diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe, evidenciando as falhas e possíveis causas que poderiam ocasionar no processo. Essas análises são mais relacionadas as falhas ocorridas na organização desses processos. Foram construídos quatro diagramas que formam as análises das etapas já levantadas na APR: Agregados, Operação da Usina, Manutenção da Usina e Descarga do Asfalto. A Figura 5 demonstra o Diagrama para etapa de Agregados.



**Figura 5:** Diagrama de Ishikawa da etapa denominada Agregados.

Esse diagrama evidencia a falta de supervisão no processo de recebimento dos agregados, bem como, a inexistência de um controle de qualidade eficaz com o armazenamento dos materiais, o que torna possível a probabilidade de uma maior emissão atmosférica produzida pela usina durante a produção, pois não há como controlar a qualidade, nem mesmo as características físicas e químicas das matérias-primas utilizadas. A Figura 6 apresenta o Diagrama, referente a etapa de Operação da Usina. Nessa análise também se verificou a falta de um planejamento quanto as especificações de projeto, falta de supervisão e controle de qualidade.

O produto, obtido pelo processo de fabricação, no caso do estudo é o CBUQ. Ele é utilizado em manutenções de vias públicas locais e nas operações denominadas “tapa-buracos”, que ocorrem na tentativa de uma solução rápida das cavidades que surgem diariamente nas vias. Existem normas e padrões de projeto, tanto para mistura asfáltica conforme a aplicação desejada, quanto relacionado a maneira de execução no local, devendo ser seguidos nos processos da Secretaria Municipal de Obras e Pavimentação (SMOP). Há

necessidade de supervisão dessa etapa, com a implantação de rotinas de ensaios, verificação de treinamentos para os operários e manutenções das máquinas e equipamentos utilizados. A Figura 7 mostra o Diagrama construído para etapa de Manutenção da Usina.

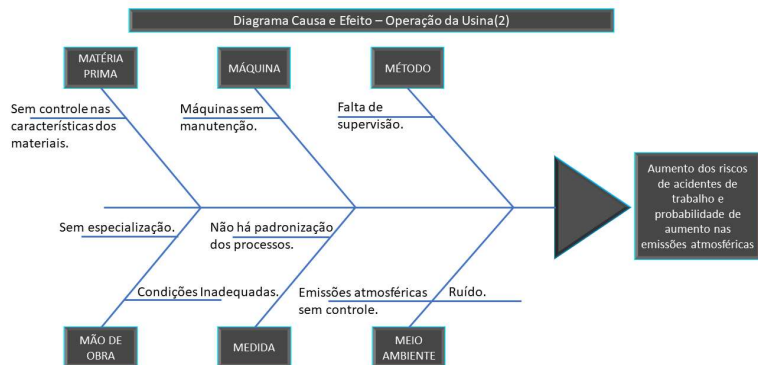


Figura 6: Diagrama de Ishikawa da etapa denominada Operação da Usina.

O diagrama faz menção a falta de especialização dos trabalhadores quanto a manutenção da usina e dos equipamentos e máquinas necessários a realização do processo, bem com a necessidade do estabelecimento de um plano de manutenção preventiva, pois sem isso, gera diversas paradas corretivas, acarretando atrasos no processo.

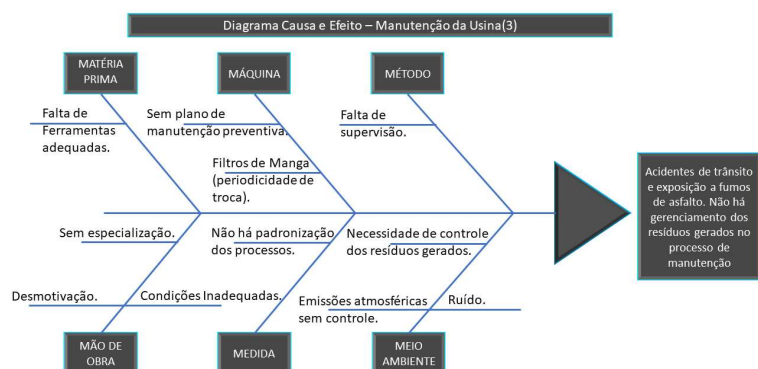


Figura 7: Diagrama de Ishikawa da etapa denominada Manutenção da Usina.

Além disso, deveria haver um plano de gerenciamento de resíduos e um procedimento operacional de um possível vazamento de óleo e até mesmo de extravasamento da picheira e demais locais. A figura 8 mostra o diagrama para o processo de Descarga do Asfalto, onde o produto é considerado para envio a obra.

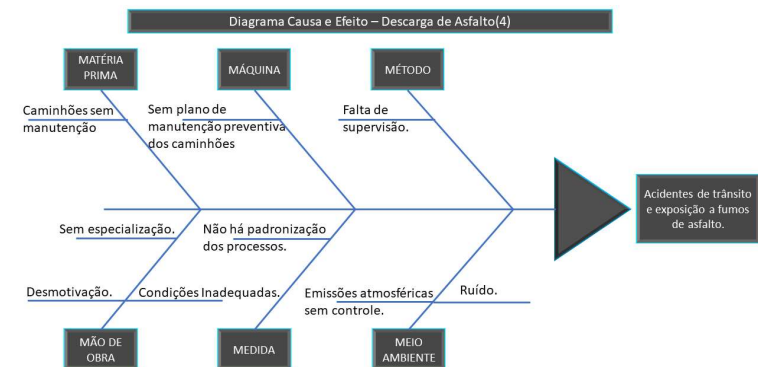


Figura 8: Diagrama de Ishikawa da etapa denominada Descarga de Asfalto.

Na etapa de descarga do asfalto (mistura pronta) os caminhões não possuem uma plataforma de estacionamento, apenas um local estipulado, pois a coifa da usina faz esse descarregamento da massa pronta diretamente sobre as carrocerias, de maneira automatizada.

Observa-se, com a aplicação do Diagrama de Ishikawa, que esta etapa possui algumas falhas relacionadas a supervisão, adequação de layout e novamente, necessita de padronização. No serviço público, há grande dificuldade para serem respondidas as demandas da área de SST, porque os servidores públicos não são incluídos na legislação pertinente, por geralmente pertencerem ao regime jurídico próprio, na medida em que são normas voltadas aos trabalhadores celetistas (CARNEIRO, 2006).

Em todos os processos foi evidenciado a emissão atmosférica, tanto de aerodispersóides quanto de material particulado e isso demonstra que há necessidade do estabelecimento de ações para minimização dos impactos ambientais causados por essa atividade de produção de asfalto.

Nos trabalhos levantados semelhantes a este, Bernucci et al. (2010), Fagnani et al. (2009), Floreno (2014) e Rauber et al. (2004), não há nenhuma evidência ou preocupação sobre a área ambiental e por isso essa discussão se faz tão relevante. Há necessidade ainda de se estabelecer parâmetros ambientais de emissões de vizinhança específicos para esse tipo de atividade econômica, como “o que deve ser medido”, “como deve ser medido” e “com qual metodologia”. Este ponto é importante para ações dos órgãos ambientais nessa atividade.

Após levantamento dos riscos através das APR e Diagrama de Ishikawa, foram construídos Planos de Ação baseado no modelo 5W1H. Segundo Gomes et al. (2015), essa técnica é uma ferramenta para elaboração de planos de ação que, por sua simplicidade, objetividade e orientação à ação, tem sido muito utilizada em gestão de projetos, análise de negócios, elaboração de planos de negócio, planejamento estratégico e outros pontos importantes para o auxílio de gestão.

Como mencionado, num primeiro momento foi realizado um levantamento das exigências legais relacionadas as questões ambientais envolvidas nas atividades de fabricação de asfalto por usinas automatizadas e após a elaboração de um plano de ação específico para essas questões. Logo em seguida é apresentado o plano de ação para as demais etapas. Para as questões ambientais foram levantadas as legislações vigentes e relacionadas no Quadro 5.

**Quadro 5:** APR da etapa denominada Descarga de Asfalto.

<b>Legislação</b>
Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Lei 12.305/10)
Zoneamento Industrial (Lei 6.803/80)
Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/81)
Resolução CONAMA de número 01/1986
Resolução CONAMA de número 491/2018.
Resolução CONAMA nº 237/97

Após o levantamento das exigências legais relacionadas as questões ambientais envolvidas nas atividades de fabricação de asfalto por usinas automatizadas (Quadro 6), foi realizado um plano de ação específico para essas questões (Quadro 7).

**Quadro 6: Plano de Ação para as questões ambientais.**

O que	Como	Quem	Por que	Situação Atual
<b>Análises de emissões atmosféricas</b>	Realizar análises das emissões atmosféricas da usina através de laboratório especializado.	Laboratório especializado	Necessidade de avaliar quantitativamente as emissões	A realizar.
<b>Licenciamento ambiental</b>	Verificar a renovação de licenciamento ambiental da atividade.	Secretário	Necessidade de a atividade ser licenciada.	A realizar.
<b>Plano de Gerenciamento de resíduos - PGR</b>	Realizar levantamento dos resíduos gerados nos processos	Supervisão	Adequação a legislação ambiental.	A realizar.
<b>Programa de Proteção Respiratória – PPR</b>	Avaliar a exposição dos trabalhadores e especificar proteção adequada.	SST	Proteção as emissões atmosféricas	A realizar.
<b>Programa de Conservação Auditiva - PCA</b>	Avaliar a emissão de ruído no processo produtivo e verificar medidas de proteção.	SST	Proteção e minimização dos riscos.	A realizar.
<b>Elaborar um inventário de emissões atmosféricas</b>	Após as avaliações quantitativas.	SST	Proteção e minimização dos riscos.	A realizar.
<b>Verificar existência de EIA/RIMA</b>	Verificando os parâmetros da legislação e qual que a usina se enquadra.	Supervisão	Adequação a legislação ambiental.	A realizar.

Em relação as análises quantitativas de emissões atmosféricas geradas no processo produtivo da usina, uma dessas está relacionada aos aerodispersóides que são gerados. O método de ensaio publicado em 1989 de Determinação Gravimétrica de Aerodispersóides (DGA) foi revisada em 2001 e nessa revisão foram introduzidos conceitos mais abrangentes e então passou a ter um novo título: Avaliação Gravimétrica de Aerodispersóides Sólidos Coletados sobre Filtros de Membrana. Essa análise refere-se à exposição dos trabalhadores a poeira mineral (sílica) citada na NHO-03.

No caso do fumo asfáltico o método mais adequado é o NIOSH 5042. Algumas dessas análises quantitativas foram solicitadas pelo Ministério Público do Trabalho através de notificação emitida e deverão ser realizadas na usina de produção de asfalto.

**Quadro 7: Plano de Ação para as questões ocupacionais e organizacionais.**

Data da criação do plano: agosto/2021		Responsável:					
Data da revisão do plano: dezembro/2022		Responsável:					
O que	Como	Quem	Quando		Onde	Por que	Situação Atual
			Início	Fim			
<b>Indicar cargos de supervisores</b>	Verificando as necessidades da secretaria, nos setores onde não há supervisão.	Secretário	Set. 2021	Out. 2021	Gabinete do secretário	Necessidade de supervisão nos processos.	A realizar.
<b>Realizar treinamentos para conhecimento do processo</b>	Verificando os operários que participam dos processos de produção de asfalto e organizar os treinamentos.	Direção	Out. 2021	Nov. 2021		Necessidade de conhecer outras metodologias de trabalho e melhorar a atual.	A realizar.
<b>Treinar os servidores quanto aos riscos ocupacionais</b>	Organizar escala de treinamentos periódicos relacionados a segurança do trabalho.	SST	Nov. 2021	Fev. 2022	SMOP	Necessidade de prevenção de acidentes e melhorias nos processos.	A realizar.
<b>Implementar os POPs de cada processo</b>	Verificando os POPs criados e verificando todos os processos. Se necessário criar mais Pops e realizar treinamento para os responsáveis.	Supervisão	Jan. 2022	Mar. 2022	SMOP	Necessidade de melhoria no controle de qualidade.	A realizar.
<b>Elaborar um inventário de máquinas e equipamentos</b>	Verificar todas máquinas e equipamentos que a Usina possui e realizar um inventário, anotando em planilhas: modelo, marca, ano, placa e características gerais.	Supervisão	Jan. 2022	Jan. 2022	SMOP	Necessidade de verificar as condições das máquinas e equipamentos atuais e verificar a	A realizar.

						necessidade de manutenções.	
<b>Instituir um plano de manutenção preventiva</b>	Após o inventário de máquinas, realizar um levantamento das manutenções necessárias e exigidas e montar um plano de manutenção.	Supervisã o	Fev. 2022	Fev. 2022	SMOP	Evitar manutenções corretivas e paradas desnecessárias.	A realizar.
<b>Realizar organização dos materiais no local de armazenamento</b>	Organizando o galpão de armazenamento, separando os materiais, colocação de vidros nas janelas, portão de acesso e divisórias para cada matéria prima.	Supervisã o	Març o 2022	Mar. 2022	SMOP	Necessidade de organização dos materiais e minimizar a exposição a poeira mineral e desperdício de material.	A realizar.
<b>Providenciar demarcação do local de carregamento dos caminhões.</b>	Instalação de uma plataforma para carregamento dos caminhões (possível derramamento)	Supervisã o	Mar. 2022	Mar. 2022	SMOP	Necessidade de organizar o processo e evitar postos de trabalho desnecessários.	A realizar.
<b>Realizar demarcação dos caminhos seguros para os trabalhadores e de trânsito de máquinas no local.</b>	Realizar um estudo no local e demarcar um caminho seguro onde apenas os operários podem realizar o trajeto, as máquinas não poderão trafegar nesse caminho.	Supervisã o e SST	Abr. 2022	Abr. 2022	SMOP	Necessidade de organizar o trânsito de máquinas e equipamentos no local, para evitar acidentes.	A realizar.
<b>Aquisição de uma balança para pesagem de caminhões</b>	Realizando pesquisas de preços e após, empenho do valor para aquisição.	Secretári o	Mai o 2022	Dez. 2022	SMOP	Necessidade de padronização no processo de recebimento de matéria prima, bem como, poder realizar a conferência das quantidades de materiais recebidos.	A realizar.

A Usina descrita já esteve em outro local de funcionamento. No entanto, o local era distante e fazia com que o produto não chegasse adequado as operações “tapa-buracos”. Mesmo melhorando a qualidade do produto o local pode ser considerado inadequado, no entanto deve-se fazer um levantamento de vizinhança para um diagnóstico correto.

Também se faz necessário o estudo de usinas de menor porte e portáteis para uma possível minimização de impactos ambientais como fumos e aerodispersóides pois a movimentação de agregados seria menor e a emissão atmosférica seria somente no momento de aplicação já que a operação e aplicação seriam simultâneas.

## CONCLUSÕES

A utilização de ferramentas de análise de riscos, tanto a APR quanto Ishikawa são técnicas importantes para levantamento das informações necessárias para realizar intervenções nos processos produtivos na tentativa de minimização dos riscos.

Sendo assim, é possível que a APR contribuiu para o levantamento e avaliação de riscos. Seu uso pode ser realizado tanto antecedendo a instalação e mudanças nas operações, para prevenir e identificar; quanto durante a operação, identificando e realizando medidas de controle para a diminuição da exposição ao risco encontrado.

Com o Diagrama de Ishikawa foi possível visualizar de forma mais detalhada e clara, quais etapas precisam de medidas para melhoria do processo e diminuição dos riscos. Verificou-se a necessidade urgente de padronização dos processos que envolvem a fabricação de asfalto na usina municipal, desde a aquisição de matéria-prima até métodos de trabalho e meio ambiente.

Após a aplicação das duas ferramentas de análise de riscos utilizadas, foi desenvolvido os planos de ação. Apesar da existência de riscos, há maneiras de minimizá-los, por meio de alterações nos processos, incluindo modificações em suas etapas. O plano de ação trouxe as medidas a serem implementadas na usina municipal para melhoria dos processos na tentativa de minimização de riscos ocupacionais e ambientais.

## REFERÊNCIAS

BARROS, S. S.. **Análise de Riscos**. Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2013.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B.. **Pavimentação Asfáltica**: formação básica para engenheiros. 3 ed. Rio de Janeiro: ABEDA, 2010.

CAMPOS, V. F.. **Gerenciamento pelas Diretrizes**. 4 ed. Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.

CARDELLA, B.. **Segurança no trabalho e prevenção de acidentes**: uma Abordagem Holística: segurança integrada à missão organizacional com produtividade, qualidade, preservação ambiental e desenvolvimento de pessoas. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2016.

CARNEIRO, S. A. M.. Saúde do trabalhador público: questão para a gestão de pessoas - a experiência na Prefeitura de São Paulo. **Revista do Serviço Público**, v.57, n.1, p.23-49, 2006. DOI: <http://doi.org/10.21874/rsp.v57i1.188>

CHIAVENATO, I.. **Gestão de Pessoas**: e o novo papel dos recursos humanos nas organizações. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

DANIELEWICZ, M.. **Procedimentos para rastreabilidade das não-conformidades no processo produtivo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

FAGNANI, K. C.; RIBAS, M. M. F.; FAGUNDES-KLEN, M. R.; VEIT, M. T.. Diagnostico de uma usina de asfalto visando a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental com base na norma ABNT NBR ISSO 14001. **Estudos Tecnológicos**, v.5,

n.2, p.222-226, 2009. DOI: <http://doi.org/10.4013/ete.2009.52.08>

FLORERO, N. S.. **Aplicação da análise preliminar de riscos nos processos da fabricação de mistura asfáltica a quente**. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

FRUHAUF, D. V.; CAMPOS, D. T. A.; HUPPES, M. N.. **Aplicação da ferramenta Análise Preliminar de Riscos**: Estudo de caso indústria frigorífica de frangos. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2005.

GOMES, L. S.; GOMES, C. C.. O uso de ferramentas de gestão na elaboração do planejamento estratégico. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**, 2015.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R.. **Administração da produção**: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.

QUEIROZ, W. F. L.. **Análise dos aspectos de segurança em um laboratório de corrosão**: um estudo de caso. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Federal Fluminense, 2013.

RAUBER, A. C. C.; CASSANEGO, M. L.; SILVA, R. F.. Diagnóstico de impactos ambientais causado por usina de asfalto. **Disc. Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas**, S. Maria, v.5, n.1, p.97-106, 2004.

RIBEIRO, A. L.. **Gestão de pessoas**. São Paulo: Saraiva, 2012.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.