

## **DEFINIÇÕES DE FATORES DE RISCO CRÍTICOS EM UM PROJETO DE REDE DE DRENAGEM DE EFLUENTES USANDO AHP: UM ESTUDO DE CASO**

Jéssica Freire Moreira, MsC - Universidade Católica de Petrópolis, Petrópolis, Brazil

Marcelo dos Santos Póvoas, MsC – Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brazil

Diego Muniz Braga - Centro Universitário Augusto Motta, Rio de Janeiro, Brazil

André Luis Azevedo Guedes, DsC - Centro Universitário Augusto Motta, Rio de Janeiro, Brazil

### **RESUMO**

O alto crescimento populacional e a qualidade da água estão diretamente relacionados a alguns fatores críticos nas estações de tratamento e, muitas vezes, não são percebidos ou ignorados por razões econômicas predominantes. O presente estudo tem como objetivo apresentar os fatores de risco que podem influenciar o processo de tomada de decisão em um projeto de rede de drenagem de efluentes. A literatura disponível sobre análise de risco para esse tipo de processo é limitada. Por meio de questionários respondidos por especialistas da área em redes sociais. Dessa forma, o fator mais crítico é a) possibilidade de reaproveitamento de efluentes tratados, geração de odores, interação com a vizinhança e legislação ambiental regional b) conhecer a legislação local como primeira condição para um projeto de tratamento de efluentes, é importante ressaltar que diferenças na legislação muitas vezes tornam impossível implementar um projeto de tratamento que seja bem-sucedido de um estado para outro. c) o estudo de interação com a vizinhança deve levar em consideração para que não haja problemas com a Legislação Ambiental vigente de forma a minimizar os problemas com as pessoas que vivem no entorno das estações de tratamento de efluentes. Conclui-se que o método proposto é uma fonte inestimável para profissionais de meio ambiente e tomadores de decisão, na medida em que amplia suas informações sobre projetos de redes de drenagem e auxilia na identificação de fatores de risco críticos e permite a implementação de ações para evitar o insucesso do projeto.

Palavras-chave: Efluentes tratados; Reuso; Gestão de Recursos Hídricos; Diagrama de afinidade; AHP

### **1. INTRODUÇÃO**

O presente estudo tem como objetivo apresentar os fatores de risco que podem influenciar o processo de tomada de decisão em um projeto de rede de drenagem de efluentes. Grande parte do sistema de drenagem existente no Brasil está obsoleto e desatualizado. Esses sistemas foram projetados para uma realidade antiga, onde eram menos urbanizados e impermeabilizados. Os projetos não foram concebidos com base nas mudanças que poderiam ocorrer na sociedade e, conseqüentemente, as redes projetadas mostram-se insuficientes e incapazes de escoar esse fluxo de esgoto e lixo em geral. Nesse sentido, erros ou inconsistências na rede de drenagem podem prejudicar o projeto ou fazer com que este seja alcançado compensando os valores dos parâmetros de externalidades.

A literatura disponível sobre análise de risco é, por exemplo, o trabalho de Fernández (2013), o autor afirma que efluente são resíduos das atividades humanas, como processos industriais e da rede de esgoto, que são lançados no meio ambiente, na forma de líquidos ou gases. O processo de redes de drenagem tem sido intensamente estudado nos últimos tempos. Outro trabalho de estudo importante é o de Almeida e Monteiro (2004), que afirma que do ponto de vista econômico também é importante destacar a influência que o aumento dos volumes tratados, devido ao excesso de riscos, pode representar na gestão de tratamento. Geralmente, os custos operacionais envolvidos podem acabar sendo muito maiores do que os valores esperados.

Os canais de drenagem são as linhas ao longo das quais os processos fluviais atuam no transporte de água e material mineral de uma região local, permitindo que os processos gravitacionais nas encostas continuem a diminuir as paisagens. As redes de drenagem são a base para definir as bacias de drenagem, um componente essencial em modelos hidrológicos e planos de gestão de recursos (O'Callaghan, Mark, 1984).

1 MS, Engenheiro Mecânico – EMPRESA

2 PhD, Engenheiro Elétrico - EMPRESA

3 MS, Consultor - EMPRESA

O Brasil, a partir da década de 1950, passou por um processo acelerado de urbanização. Em meados da década de 2000, 138 milhões de brasileiros viviam em áreas urbanas (IBGE, 2000). A urbanização foi realizada de forma desproporcional em todo o território brasileiro, de forma que apenas nove metrópoles concentram cerca de 40% da população urbana do país (IBGE, 2001). Na área de saneamento, o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) foi criado durante o regime militar em 1970. Outro fato curioso é que os municípios atendidos pela FUNASA (Fundação Nacional de Saúde), contam com recursos do Ministério da Saúde. Porém, em 1993, atendia 625 localidades, ou seja, 6% dos municípios brasileiros, atendendo apenas cerca de 5 milhões de pessoas (Costa, 2003). Recentemente, houve uma nova tentativa de mobilizar a opinião pública para estimular o poder público a intervir repressivamente contra as favelas, controlando sua expansão, ou mesmo, como se viu em alguns casos, propondo sua remoção para que problemas, como o saneamento básico, fossem reduzido (Compans, 2007).

As principais diretrizes do PLANASA foram a centralização do setor em torno das Empresas Estaduais de Água e Esgoto (CEAes), que são devidamente concessionárias contratadas ou pactuadas com os municípios para distribuição de água e coleta e destinação final de esgoto. Porém, favelas são regiões de municípios que, ao longo da história do Brasil, não foram priorizadas por essas políticas públicas de saneamento básico (Gomes, 2009).

No Brasil, ainda existe, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) onde o artigo 24º da resolução número 357, de 17 de março de 2005 diz que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis (CONAMA, 2005).

Outro trabalho importante é o de Collares (2000), o autor afirma que o sistema de drenagem é um importante indicador das alterações ocorridas na composição do ambiente da bacia hidrográfica, seja por mudanças em sua estrutura e forma, seja por perda de canal e ganho. Os órgãos gestores responsáveis pelo controle, inserção e monitoramento das atuais redes de drenagem, têm enfrentado sérios problemas, associados à ocorrência de infiltrações, de ordem econômica, estrutural e ambiental (Coelho, 2013). Para Coelho (2013), atualmente, as infiltrações em redes de drenagem desempenham um papel importante no dimensionamento da rede de drenagem, incluindo regulamentação específica para estimativa desses volumes, caso não haja registros reais. As afluições são especialmente preocupantes, impróprias ou não contabilizadas no momento do projeto. Para avaliar a qualidade das redes de drenagem, parâmetros quantitativos de ambas as redes e redes de drenagem de referência são necessários para a sua avaliação, além da sobreposição de ambas as redes para análise visual (Fernández, 2013). A rede de drenagem de uma região geográfica define os caminhos de drenagem das águas das chuvas de acordo com o relevo da região (Santos, Francisco, 2011). No âmbito da gestão dos recursos hídricos, faltam sistemas de aplicação global que referenciem, indiquem e identifiquem, de forma única e eficiente, a organização espacial das bacias hidrográficas e respectivas redes de drenagem (Silva, et al., 2008).

O uso sanitário gera resíduos que, em sua maioria, são separados em tratamentos específicos. As águas residuais contêm excrementos humanos líquidos e sólidos, vários produtos de limpeza, resíduos alimentares, produtos desinfetantes e pesticidas. Os excrementos humanos, principalmente, derivam dos microrganismos presentes nos dejetos. As características dos efluentes industriais são inerentes à composição da matéria-prima, água de abastecimento e processo industrial. A concentração de poluentes nos efluentes é função das perdas no processo ou do consumo de água (Von Sperling, 1996).

Os processos de tratamento a serem adotados, suas formas construtivas e os materiais a serem utilizados são considerados com base nos seguintes fatores: a legislação ambiental regional, o clima, a cultura local, os custos de investimento, os custos operacionais, a qualidade do efluente tratado, segurança operacional relacionada a vazamentos de produtos químicos ou efluentes usados, geração de odores, interação com a vizinhança, possibilidade de reaproveitamento de efluentes tratados (Giordano, 1999). Os sistemas de tratamento devem ser utilizados não apenas com o objetivo mínimo de tratar os efluentes, mas também para atender outras premissas. Um ponto importante a ser observado é que resíduos desnecessários não devem ser gerados com o uso do tratamento (Giordano, 2003).

As características sensoriais dos efluentes são muito importantes e podem ser objeto da atenção das autoridades. O odor em efluentes industriais pode ser devido à exalação de substâncias orgânicas ou inorgânicas devido a reações de fermentação resultantes da mistura com esgoto, aromas, solventes e amônia do lixiviado. A cor dos efluentes é outra característica controlada de forma confusa pela legislação (Giordano, 1999). A cor do ambiente é a cor aparente, composta de substâncias dissolvidas e turbidez (Giordano, 2003).

Nenhum dos trabalhos anteriores listados acima enfocou a identificação dos fatores de risco que podem influenciar o processo de tomada de decisão em um projeto de rede de drenagem de efluentes, portanto este estudo se propõe a identificar os fatores críticos a serem considerados em um projeto de rede de drenagem de efluentes.

## 2. OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo é, em primeiro lugar, aumentar o conhecimento sobre os riscos no projeto de redes de drenagem de efluentes. Em segundo lugar, para fornecer um método para avaliar os fatores de risco relacionados ao projeto de rede de drenagem de efluentes, com base em uma análise aprofundada da literatura atual sobre o processo e conhecimento de especialistas. A intenção é auxiliar os profissionais que atuam no processo de tratamento de efluentes de diferentes setores a priorizar os fatores do processo, proporcionando conhecimento sobre os riscos dos fatores críticos que podem influenciar os processos de tratamento de efluentes e a população e o meio ambiente ao seu redor. Para atingir o objetivo da pesquisa, são propostas as seguintes questões de pesquisa:

Questão da pesquisa 1. Quais são os fatores críticos a serem considerados em um projeto de rede de drenagem de efluentes?

Questão da pesquisa 2: O que pode ser feito para mitigar os riscos?

## 3. MÉTODO

Foi feita uma pesquisa bibliográfica para identificar os fatores críticos que poderiam fazer com que o processo de tratamento de efluentes fosse adotado e um estudo de campo foi feito para validar esses fatores com os profissionais que atualmente trabalham com esses processos. A pesquisa realizada para este estudo, realizada em formulários do Google Docs, foi respondida por profissionais experientes na área. Este estudo teve como objetivo obter o grau de importância na perspectiva de cada profissional sobre cada uma das externalidades e o grau de importância variado entre se é importante, tem alta importância, média importância, baixa importância, sendo o “é importante” considerado algo que não deveria ser deixado de lado em nenhum projeto e os outros três (alta importância, média importância, baixa importância) expressaram que era importante, mas não essencial.

Como parte do processo de elicitação com especialistas, cem questionários foram respondidos e selecionados por diferentes profissionais (trabalhadores de diferentes áreas da indústria de tratamento de efluentes), esses profissionais foram selecionados na rede social LinkedIn, levando em consideração o ramo da empresa em que atuam trabalharam ou trabalharam com, mais de 10 anos na empresa de tratamento de efluentes e se conheciam o processo de tratamento.

O primeiro passo foi realizar uma pesquisa bibliográfica em bases de dados para identificar o estado da arte da literatura sobre Redes de Drenagem, Diagrama de Afinidade e AHP nas indústrias. Após esse estudo, as questões de pesquisa foram então definidas de forma que ainda não houvesse artigos que as respondessem. Em seguida, foram definidos os fatores mais importantes no processo de inserção de uma rede de drenagem e esses fatores foram divididos em categorias de acordo com a metodologia do diagrama de afinidade, os fatores foram agrupados por afinidade, semelhança e dependência. A pesquisa com os especialistas para definir a probabilidade de uso das Redes Bayesianas foi feita na ferramenta Google Forms, na qual, podemos criar formulários com respostas de múltipla escolha e na próxima etapa enviaremos este questionário para os especialistas utilizando o Na rede social LinkedIn, os fatores de risco que levam a cada risco dentro de cada categoria foram identificados por especialistas de diferentes empresas. Em seguida, foi realizada uma reunião com especialistas para definir os impactos dos fatores de risco e os valores encontrados em uma matriz normalizada. Com a matriz normalizada e o escore de probabilidade, os fatores foram priorizados, a partir da transformação desses valores em escores de 1 a 5 e os valores foram coloridos de acordo com o valor encontrado nesta tabela. Assim, foi possível determinar os fatores críticos que mais impactam um processo de inserção de redes de drenagem e com isso foi criada uma metodologia para mitigar os riscos.

### 3.1 AHP (*ANALYTIC HIERARCHY PROCESS*)

A aplicação da AHP, que foi desenvolvida por Saaty (1980) como uma ferramenta de medição e técnica de estimativa de peso que fornece um julgamento rigoroso e sistemático nos contextos atuais ou decisivos. AHP, com uma sólida base teórica, pode incorporar informações estruturadas tangíveis e não tangíveis e analisar julgamentos subjetivos e pessoais. Este modelo permite que os tomadores de decisão gerenciem toda a informação ao romper o problema em partes, reunindo-as em pequenos grupos e focando a mente em fazer comparações dos elementos em pares (Giner, et al., 2019). Nessas comparações paralelas, os julgamentos de especialistas qualitativos são quantificados com base na escala de Saaty (tabela 1).

**Tabela 1** – Tabela de escala fundamental de comparação

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

Fonte: Saaty (2009)

### 3.2. BBN (*BAYESIAN BELIEF NETWORK*)

Essa metodologia foi escolhida pois identifica relações lineares entre variáveis que normalmente, permitem capturar tanto as relações lineares como as não lineares, além de permitir associar diversos tipos de conhecimento numa única ferramenta de projeção, também, relações entre variáveis são não intuitivas e dificilmente explicáveis, mas é possível considerá-las a partir de análises empíricas em modelos bayesianos, ajudando a explicar variáveis de interesse. Algumas de suas vantagens são: pode descrever a probabilidade combinada entre variáveis através da combinação de metodologias do teorema de Bayes e com a teoria gráfica, pode computar as probabilidades dando evidência aos diferentes cenários (Zhang, et. al, 2016). Esta metodologia fornece subsídios para que os trabalhadores que atuam na área de análise de riscos obtenham materiais decisórios sobre os fatores de risco e de medidas destinadas a mitigar ou eliminar seus efeitos e têm sido extensivamente utilizadas em análises de risco e confiabilidade (Pereira, et. al, 2018).

### 3.3. DIAGRAMA DE AFINIDADES

O Diagrama de Afinidade, segundo Almeida, et al. (2006), é um diagrama no qual esclarece problemas ou situações importantes, cujo estado inicial é confuso, desordenado ou inexplorado. É uma ferramenta que procura dividir em grupos de relacionamento, permitindo estruturar neles ideias ou outros tipos de informação. Deve ser utilizado quando se lida com problemas complexos ou organizando um conjunto de informações. O diagrama é construído através de cartões distintos que neles são escritas as ideias ou

informações relacionadas a cada grupamento (Gomes, 2017). Para Neumann e Scalice (2015), o diagrama de afinidades consiste em ser uma ferramenta que se baseia na classificação de afinidades, a fim de determinar quais elementos devem ser localizados próximos ou não uns dos outros.

#### 4. RESULTADOS

Percebe-se que a atividade mais crítica e que mais pode gerar problemas para a implantação de qualquer rede de drenagem é o projeto de inserção. No projeto de inserção, muito cuidado deve ser tomado, pois são inúmeros os erros que podem afetar esta etapa, tais como: os tipos de fontes que podem gerar, os fatores ambientais e socioeconômicos e a saúde ambiental de onde a rede será inserida.

Os fatores mais importantes em um processo foram definidos e classificados em categorias usando o diagrama de afinidade, a figura mostra os fatores são mostrados nas caixas e as categorias são marcadas em verde, como pode ser visto na tabela 2.

**Tabela 2** – Diagrama de afinidades

Afinidade	Fatores
Ambiental	Clima
	Geologia
	Solo
	Vegetação
Poluição	Olfativa
	Sonora
	Visual
Saúde Ambiental	Proliferação de pragas
	Proliferação de doenças
	Contaminação da água
Socioeconômico	Legislação
	Saúde Humana
	Turismo
	Limpeza das linhas

Fonte: Os autores (2021)

Após a definição do diagrama de afinidades, como resultado deste estudo foram identificados os principais fatores críticos. O uso do AHP evidenciou o impacto na inserção de redes de drenagem de efluentes na região de Paraty, utilizando a Tabela 3. Após a identificação das etapas e análise de cada uma, foi possível encontrar os riscos de cada uma eliciando as probabilidades de especialistas em uso a ferramenta Google Forms e compartilhando o questionário com especialistas no site do LinkedIn.

**Tabela 3** – Nível de Importância

Importância	Definição
1	Ambos os elementos são de igual importância
3	Importância moderada de um elemento sobre o outro

5	Grande 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

Fonte: Saaty (2009)

Com isso, a pesquisa seguiu as seguintes etapas: Escolha do público-alvo, Escolha dos especialistas de acordo com o tempo de experiência na área (profissionais escolhidos que trabalham com recursos hídricos), Envio do questionário, Recebimento das respostas, Conferência das pessoas que responderam foram as mesmas em que o questionário foi enviado. Cem especialistas de cento e vinte e dois responderam ao questionário de acordo com a tabela 3. Os fatores de impacto foram definidos aos pares por meio da média aritmética entre os valores respondidos e colocados na matriz AHP, os resultados podem ser vistos na tabela 4.

#### **Tabela 4 – AHP**

Matriz de comparação de critérios															Matriz normalizada															P	Q	R	S																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Fatores	Vegetação	Clima	Geologia	Solo	Sensora	Difusão	Visual	Legislação	Salda Humana	Turismo	Limpeza Redes	Proibição de do	Proibição de pr	Escoamento de água	TOTAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

Fonte: Os autores (2021)

Com a probabilidade encontrada na metodologia das redes bayesianas e o impacto determinado pela AHP, a pontuação foi atribuída de acordo com a tabela 5.

**Tabela 5** – Pontuação das metodologias



Nível de pontos de probabilidade			Nível de pontos de impacto		
Pontos	Nível de probabilidade	Probabilidade	Pontos	Nível de impacto	Impacto
5	Esperado	Mais de 0,80	5	Alto	Mais de 0,16
4	Muito provável	0,51 - 0,80	4	Elevado	0,12 - 0,16
3	Provável	0,31 - 0,50	3	Moderado	0,08 - 0,11
2	Improvável	0,11 - 0,30	2	Baixo	0,04 - 0,07
1	Quase não há probabilidade	Menos de 0,11	1	Limitado	Menos de 0,04

Fonte: Os autores (2021)

Após realizar a multiplicação e classificação de risco de cada etapa, os valores finais para o modelo proposto foram finalmente encontrados. Esses valores estão descritos na tabela 6. Com base na tabela 7.

**Tabela 6 – Tabela Probabilidade x Impacto**

Fatores	Probabilidade	Impacto	Pontuação Probabilidade	Pontuação Impacto	Riscos
Vegetação	0,61	0,05	4	2	8
Clima	0,49	0,04	3	2	6
Geologia	0,51	0,07	4	2	8
Solo	0,57	0,09	4	3	12
Sonora	0,61	0,08	4	3	12
Olfato	0,60	0,08	4	3	12
Visual	0,57	0,08	4	3	12
Legislação	0,60	0,03	4	1	4
Saude Humana	0,52	0,13	4	4	16
Turismo	0,56	0,09	4	3	12
Limpeza das linhas	0,56	0,10	4	3	12
Proliferação de doenças	0,56	0,04	4	2	8
Proliferação de pestes	0,47	0,08	3	3	9
Contaminação da água	0,59	0,03	4	1	4

Fonte: Os autores (2021)

**Tabela 7 – Classificação dos Riscos**



			Riscos				
			Limitado	Baixo	Moderado	Elevado	Alto
Probabilidade	Quase não há probabilidade	1	1	2	3	4	5
	Improável	2	2	4	6	8	10
	Provável	3	3	6	9	12	15
	Muito provável	4	4	8	12	16	20
	Esperado	5	5	10	15	20	25
1 - 5 Insignificante		6 - 9 Tolerável		10 - 16 Indesejável		17 - 25 Intolerável	

Fonte: Os autores (2021)

Os fatores de risco que mais impactam o processo de inserção de redes de drenagem de efluentes são: Saúde Humana, Legislação, Solo, Ruído, Poluição Olfativa e Visual, Turismo e Limpeza de Rede.

Em relação à saúde humana, o saneamento básico incorpora os serviços de água potável, esgotamento sanitário, coleta de lixo e drenagem urbana, amplamente associados à saúde pública. Um número considerável de pessoas adoecem ou morrem devido a sistemas precários de drenagem de efluentes. Um fator determinante é o planejamento, que pode ser feito por meio do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), que contempla as necessidades de saúde dos municípios e as possíveis formas de alcançá-las. A população é uma das partes interessadas nas redes de drenagem, mas o poder executivo é quem deve iniciar o projeto, no caso a prefeitura. Há, inclusive, formas de financiar essa ação com recursos do governo para o corpo técnico. Outro fator é o investimento que deve vir em grande parte do governo, tendo em vista que a maioria das empresas de drenagem são estaduais ou municipais. Para garantir a saúde das pessoas, túneis de desinfecção devem ser instalados em todas as redes pluviais.

Em relação à legislação, em janeiro de 97 foi criada a Lei nº 9.433, conhecida como Lei das Águas, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Considerando que o Brasil concentra cerca de 12% de toda a água doce do planeta, a lei surgiu em um contexto em que a água se torna cada vez mais escassa, com a preocupação de que sua distribuição seja equitativa. Dentre os objetivos desta lei, destacam-se: Definir uma agenda de recursos hídricos, identificando ações prioritárias de gestão, programas, projetos, obras e investimentos, em um contexto que inclua órgãos de governo, sociedade civil, usuários de água e as diferentes instituições que participam da gestão dos recursos hídricos; Adequar o uso, controle e proteção dos recursos hídricos às aspirações sociais; Atender demandas de água com foco no desenvolvimento sustentável; Equilibrar a oferta e a demanda hídrica, de forma a garantir a disponibilidade hídrica em quantidade, qualidade e confiabilidade adequadas aos diferentes usos; Orientar o uso dos recursos hídricos, considerando variações no ciclo hidrológico e cenários de desenvolvimento.

Acima do solo, é um dos componentes mais importantes em uma obra de engenharia, pois é responsável pelo suporte às construções. Portanto, para um bom desempenho da edificação, um bom projeto geotécnico é fundamental. É importante notar que a geotécnica estuda o comportamento de solos e rochas em relação às ações humanas. Sua aplicação é importante em inúmeras situações, como na prevenção de escorregamentos, desabamentos, desabamentos e problemas estruturais em edificações. Para mitigar esse risco, é necessário seguir as seguintes etapas no projeto de inserção de redes de drenagem de efluentes: A viabilidade é responsável por ampliar o nível de detalhamento e entendimento do solo, de forma que seja mais fácil prever o custo da obra e seu tempo de conclusão. Este estudo permite aos profissionais identificar o que é tecnicamente possível e financeiramente viável, além de definir o cronograma previsto. Consiste no reconhecimento preliminar, inventário, pré-viabilidade e projeto preliminar. A etapa de projeto básico é aquela em que os principais componentes do edifício são fixados e esclarecidos, o memorial descritivo é criado e as planilhas são montadas. Nesta fase, é necessário fazer cálculos estruturais, desenhos e especificações técnicas, além de reunir os documentos necessários para a aquisição dos equipamentos. Por fim, a etapa do projeto executivo consiste no detalhamento e revisão do projeto básico, sem qualquer alteração dos parâmetros pré-estabelecidos. Seu principal objetivo é detalhar o que foi planejado e será executado.

No que diz respeito à poluição sonora, o som em volumes elevados e constantes deve ser considerado um poluente potencialmente grave e uma séria ameaça à saúde ambiental. O nível de ruído admitido nos grandes centros urbanos pela Organização Mundial da Saúde (OMS), pode chegar a até 50 decibéis, porém, o que se verifica costuma chegar a 90 e 100 decibéis. Portanto, qualquer som que ultrapasse 50 decibéis, já pode ser

considerado prejudicial à saúde. É considerado crime ambiental e pode resultar em multa e reclusão de 1 a 4 anos. É importante ressaltar que a legislação sobre poluição sonora é de responsabilidade dos municípios, portanto é função da prefeitura de cada cidade brasileira, criar leis de silêncio e fiscalizá-las para que sejam cumpridas. Dentre as leis federais, destaca-se a Lei de Crimes Ambientais, nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre sanções penais e administrativas para condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Sobre o uso pol olfatório, o número de reclamações relacionadas à poluição olfativa aumentou consideravelmente nos últimos anos. Por ter um caráter mais subjetivo do que outras formas de poluição, não existe uma legislação nacional específica que limite as emissões de substâncias odoríferas.

Em relação à poluição visual, foi acordado chamar de poluição visual o excesso de materiais relacionados à degradação de imóveis públicos com a prática de grafite, lixo exposto e edifícios que carecem de manutenção. Para melhorar e solucionar esse “problema estético” que vem afetando não só as cidades, mas também os seres humanos que as habitam, as cidades brasileiras apostam em legislações que promovam a melhoria do espaço urbano. Além de incentivar políticas públicas que priorizem a redução de inúmeros tipos de poluição nas cidades, promovendo a qualidade de vida dos cidadãos, a conscientização das empresas publicitárias e dos próprios cidadãos são essenciais para promover a melhoria da qualidade de vida da população urbana.

No que se refere ao turismo, são as atividades que as pessoas desenvolvem durante as suas viagens e permanecem em locais diferentes daqueles em que vivem, por um período inferior a um ano consecutivo, para lazer, negócios e outros fins. Por ser uma cidade com maiores atividades financeiras advindas do turismo, a parte sensorial, visual e auditiva de qualquer projeto deve ser vista com muito cuidado para que não cause sentimentos negativos para quem a visita. É importante até mesmo considerar o local de inserção para que não haja problemas no trânsito da cidade. Para mitigar esse risco, deve ser realizado um estudo de impacto no fluxo de automóveis e pedestres na cidade. Além disso, ter limpeza constante nas redes para que não haja problemas com odores que possam afastar possíveis e constantes visitantes. Além disso, deve ser inserido longe do centro histórico para que não ocorra poluição visual.

Na limpeza das redes, por meio da Lei 13.308 / 2016, caberá ao governo a limpeza e manutenção de ralos e redes de drenagem nas cidades, o objetivo é prevenir danos por falta de manutenção de ralos e redes, e assim evitar a ocorrência de desastres como inundações. As ações de limpeza devem ser realizadas em locais como canais, bueiros e bocas de lobo. A medida também deve ser complementada pela recuperação de calçadas e calçadas públicas, além de poda, supressão e paisagismo em diversas plantas (árvores, arbustos e palmeiras), entre outros serviços para evitar o colapso do sistema pluvial com excesso de materiais orgânicos e inorgânicos.

## 5. CONCLUSÃO

O método proposto é importante por várias razões. Primeiramente, foram identificados os fatores de risco que podem influenciar o processo de tomada de decisão em um projeto de rede de drenagem de efluentes. Neste estudo a metodologia foi aplicada com sucesso na identificação dos fatores de risco críticos. Em segundo lugar, o método proposto é uma fonte inestimável para profissionais de meio ambiente e tomadores de decisão, no sentido de que aumenta suas informações sobre projetos de redes de drenagem e ajuda a identificar fatores de risco críticos e permite a implementação de ações para evitar o fracasso do projeto. Terceiro, o documento mostra que os fatores de risco identificados neste estudo são críticos e devem ser controlados para evitar o fracasso do projeto.

Em resposta à primeira pergunta, o modelo é ideal para a região definida. Mostrando-se eficaz em todos os locais onde foi inserido.

Em resposta à segunda questão, os fatores de risco que mais impactam o processo de inserção de redes de drenagem de efluentes são: Saúde Humana, Legislação, Solo, Ruído, Poluição Olfativa e Visual, Turismo e Limpeza de Redes.

No que diz respeito à saúde humana, para garantir a saúde das pessoas, devem ser instalados túneis de desinfecção em todas as redes pluviais. Em relação à legislação, siga o que foi estabelecido pela Lei das Águas. Em relação à poluição sonora e visual, as legislações municipais devem ser observadas. Em relação à

limpeza das redes, a medida também deve ser complementada com a recuperação de calçadas e calçadas públicas, além de podas, supressões e paisagismo em diversas plantas (árvores, arbustos e palmeiras), entre outros serviços para evitar o colapso do sistema pluvial com excesso de materiais orgânicos e inorgânicos. No solo, é importante destacar que a geotecnia estuda o comportamento de solos e rochas em relação às ações antrópicas. Sua aplicação é importante em inúmeras situações, como na prevenção de escorregamentos, desabamentos, desabamentos e problemas estruturais em edificações. Para mitigar esse risco, é necessário seguir as seguintes etapas no projeto de inserção das redes de drenagem de efluentes: Viabilidade, projeto básico e projeto executivo. Em relação ao turismo, é importante considerar inclusive o local de inserção para que não haja problemas no trânsito da cidade. Para mitigar esse risco, deve ser realizado um estudo de impacto no fluxo de automóveis e pedestres na cidade. Além disso, ter limpeza constante nas redes para que não haja problemas com odores que possam afastar possíveis e constantes visitantes. Além disso, deve ser inserido longe do centro histórico para que não ocorra poluição visual.

A principal contribuição para a comunidade científica é a identificação dos fatores mais críticos na implantação de uma estação de tratamento de efluentes. Permite a definição de ações priorizando os fatores mais importantes. Um trabalho futuro seria um estudo detalhado de cada um dos fatores em diferentes estações de tratamento.

## 6. REFERÊNCIA

- [1] ALMEIDA, S.; MONTEIRO, P. Incidência de Caudais de Águas Pluviais em Redes de Drenagem de Águas Residuais - Dois casos de estudo em Municípios do Norte de Portugal. 7º Congresso da Água. (2004)
- [2] ALMEIDA, D.; LEAL, F.; PINHO, A.; FAGUNDES, L. Gestão do Conhecimento na análise de falhas: mapeamento de falhas através de sistema de informação. Production, Vol. 16, No. 1. (2006)
- [3] COELHO, I. Variabilidade de Afluências às Redes de Drenagem de Águas residuais: Causas e Efeitos Versus Sustentabilidade Económica Um Caso de Estudo Master Dissertation, Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto. (2013)
- [4] COLLARES, E. Avaliação de alterações em redes de drenagem de microbacias como subsídio ao zoneamento geoambiental de bacias hidrográficas: aplicação na bacia hidrográfica do Rio Capivari - SP. Doctoral Thesis, Escola de Engenharia de São Carlos, University of São Paulo, São Carlos. (2000)
- [5] COMPANS, R. (2007) A cidade contra a favela. A nova ameaça ambiental. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, Recife, Vol. 9, No. 1, pp. 83-99. (2007)
- [6] CONAMA. Resolução CONAMA, Número 357 de 17 de março de 2005. (2005)
- [7] COSTA, A. Avaliação da Política Nacional de Saneamento. Rio de Janeiro – RJ. Tese de Doutorado, ENSP/FIOCRUZ, pp. 248. (2003)
- [8] FERNÁNDEZ, D.; VALERIANO, M.; ZANI, H.; ANDRADE FILHO, C. Extração Automática de Redes de Drenagem de Modelos Digitais de Elevação. Revista Brasileira de Cartografia, Vol. 64, No. 3. (2013)
- [9] FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Manual de Saneamento. 3ª ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, FUNASA, pp. 408. (2004)
- [10] FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Manual de Saneamento. 4ª ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, FUNASA. (2006)

- [11] GINER, G.; VÁZQUEZ, V.; GLORIA, C. Application of AHP and corrective factors for the determination of best available techniques and emission limit values at installation level: A case study in four cement installations. *Science of The Total Environment*, Vol. 660, pp. 834-840. (2019)
- [12] GIODANI, S.; SANDOS, D. Possibilidades de reúso dos efluentes domésticos gerados nas Bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira - Região de Curitiba-Paraná. *Sanare - Revista Técnica da Sanepar*, Curitiba, Vol. 19, No.19, pp. 06-14. (2003)
- [13] GIORDANO, G. Avaliação ambiental de um balneário e estudo de alternativa para controle da poluição utilizando o processo eletrolítico para o tratamento de esgotos. Niterói – RJ. Master Dissertation, Universidade Federal Fluminense, pp. 137. (1999)
- [14] GIORDANO, G. Análise e formulação de processos para tratamento dos chorumes gerados em aterros de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro – RJ. Doctor Tesis, PUC-Rio, pp. 257. (2003)
- [15] GOMES, U. Intervenções de saneamento básico em áreas de vilas e favelas: um estudo comparativo de duas experiências na região metropolitana de Belo Horizonte. Belo Horizonte – MG. Master Dissertation, Universidade Federal de Minas Gerais. (2009)
- [16] GOMES, F.; CISNEIROS, B.; VASCONCELOS, N. Aplicação de Ferramentas da Qualidade na Produção de Refrigeradores: Análise do Processo de Injeção de Poliuretano. *Anais do V Simpósio de Engenharia de Produção - SIMEP 2017*. (2017)
- [17] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico: dados da amostra. (2000).
- [18] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2001) Departamento de População e Indicadores Sociais. Tendências demográficas: uma análise dos resultados da sinopse preliminar do censo demográfico 2000. Rio de Janeiro, pp. 63.
- [19] LILIAMTIS, T.; MANCUSO, P. A geração de maus odores na rede coletora de esgotos do município de Pereira Barreto: um problema de saúde pública. *São Paulo*, Vol. 12, No. 2, pp. 86-93. (2003)
- [20] O' CALLAGHAN, J.; MARK, D. The Extraction of Drainage Networks from Digital Elevation Data. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*. Vol. 28, pp. 323-344. (1984)
- [21] NEUMANN, C; SCALICE, R. Projeto de fábrica e layout. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier. (2015)
- [22] PEREIRA, J. C.; LIMA, G.; FIGUEIREDO, M.; FRINZI, T. Risk Assessment in Fluid Penetrant Inspection (FPI) of Critical Parts via Bayesian Belief Networks and Analytic Hierarchy Process. *International Joint Conference*. Lisboa: [s.n.], pp. 18-20. (2018)
- [23] SAATY, T.L. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York. (1980)
- [24] SAATY, T. L. Extending the Measurement of Tangibles to Intangibles. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, Vol. 8, N. 1, p. 7-27. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1483438>. (2009).
- [25] SALDANHA, J. Aspectos Históricos e Actuais da Evolução da Drenagem de Águas Residuais em Meio Urbano. (2003)
- [26] SANTOS, L. C.; FRANCISCO, C. Avaliação dos Modelos Digitais de Elevação aplicados à extração automática de redes de drenagem. *XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Curitiba, PR, Brazil, pp.1311. (2011)

- [27] SILVA, N.; RIBEIRO, C.; BARROSO, W.; RIBEIRO, P.; SOARES, V.; SILVA, E. Sistema de otocodificação modificado para endereçamento de redes hidrográficas. Revista Árvore, Vol. 32, No.5, pp. 891-897. (2008).
- [28] VON SPERLING, M. Princípios básicos do tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG, Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, Vol. 3, pp. 196. (1995)
- [29] ZHANG, L.; WU, X.; QIN, Y.; SKIBNIEWSKI, M.; LIU, W. Towards a Fuzzy Bayesian Network Based Approach for Safety Risk Analysis of Tunnel – Induced Pipeline Damage. Risk Analysis, Vol. 36, pp. 278-30. (2016)