

## 1132 – REGIME DE VENTOS E INTERFACE COM O PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DE UMA ETE: O CASO DE MONTES CLAROS

**Gabriel Teles Noronha<sup>(1)</sup>**

Geógrafo pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e técnico em meio ambiente pelo Centro Federal de Ensino Tecnológico de Minas Gerais (CEFET-MG).

Endereço<sup>(1)</sup>: Rua Emílio de Vasconcelos Costa, 85 - Cruzeiro – Belo Horizonte - MG - CEP: 30310-250 - Brasil - Tel: +55 (31) 3785-2661 - e-mail: gabrielnoronha@gmail.com

### RESUMO

Entre os possíveis impactos ambientais decorrentes da operação de uma estação de tratamento de esgoto (ETE) está a geração de maus odores, destacadamente aqueles a partir da geração de amônia ou de sulfetos, provocando odor desagradável, e que pode trazer algum nível de repercussão na vida da população vizinha ao empreendimento. Em consonância com os conteúdos aprovados no Programa de Educação Ambiental (PEA) da ETE Vieira, o estudo relatado a seguir tece os primeiros passos para uma sistematização do tema em diversas frentes de atuação, envolvendo tanto o público interno, de trabalhadores, como com o público externo, formado por comunidades vizinhas ao empreendimento. Além de possivelmente, suscitar uma discussão salvaguardando a complexidade do tema, com o público externo escolar. Por meio da caracterização do regime de ventos de Montes Claros e da compilação de dados de estação meteorológica próxima à ETE, foram traçadas hipóteses para a dispersão de ventos na área de abrangência de educação ambiental (ABEA) em diferentes épocas do ano e períodos do dia. Concomitantemente, foi desenhado sobre o mapa topográfico e hidrográfico um esboço da circulação de ventos nos bairros lindeiros à ETE. Após a aplicação de questionários em diversos bairros ao sul da ABEA, foi possível confrontar a percepção ambiental dos entrevistados com o que era previsto. Sob a ótica da pesquisa-ação, a equipe executora do PEA tem a possibilidade de construir conhecimentos com o público alvo, destacadamente sobre a circulação local de ventos e sua interação com possíveis fontes de odores como a ETE e outros equipamentos circundantes. Ao final desse estudo fica evidente como o próprio PEA pode subsidiar, de maneira participativa, decisões mais assertivas para o cumprimento das condicionantes, monitoramento, mitigação e prevenção dos impactos ambientais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Montes Claros; estação de tratamento de esgoto; poluição atmosférica; regime de ventos; pesquisa de percepção ambiental.

### INTRODUÇÃO

Recentemente a cobertura da rede coletora e o tratamento do esgoto atingiu níveis inéditos em Montes Claros, alcançando respectivamente 87,89% e 80,84%, segundo dados do SNIS (2022), respondendo a um dos maiores investimentos per capita do país. Em operação desde 2010, a Estação de Tratamento de Esgoto - ETE Vieira é fundamental para esse marco. A estação está localizada na confluência do rio Vieira e do córrego do Cintra, nos limites do Distrito Industrial e do bairro Renascença, no vetor norte da cidade.

Embora sejam conhecidos os impactos positivos, sobretudo aos recursos hídricos e à vida aquática, as queixas sobre os maus odores em sua vizinhança recaem à ETE, ainda que outras fontes poluidoras industriais coexistam na região. Esse efeito direcionado de repugnância é chamado por muitos pesquisadores de efeito *Nimby* – em tradução do inglês “não no meu quintal”, quando a relação da comunidade com o empreendimento é mais associada à repulsa em vez do diálogo para superação de problemas (LUDOVICE, 1997).

O presente estudo se originou a partir do Programa de Educação Ambiental - PEA na área de abrangência de educação ambiental – ABEA da ETE Vieira. Tomando como ponto de partida o conceito de pesquisa-ação (TOZONI-REIS, 2005), o objeto de estudo, destacadamente sobre a circulação de ventos e a dispersão de poluentes, é investigado a partir do envolvimento do sujeito-parceiro. Isto é, o habitante da ABEA é capaz de contribuir não somente enquanto entrevistado, mas como “pesquisador comunitário que constrói e produz conhecimentos sobre essa realidade em parceria com aquele que seria identificado como pesquisador acadêmico (Tozoni-Reis, 2005, p.272).”

Acredita-se que o maior discernimento do sistema climatológico local e as suas influências na geração e dispersão de odores da ETE seja crucial para melhor tomada de decisões, em especial para traçar estratégias de mitigação. Além disso, o estudo subsidia diversos conteúdos aprovados para o Projeto Executivo de Educação Ambiental, especialmente para o público interno, entre eles: 3. Impactos socioambientais da ETE Vieira na ABEA; 9. Disseminar internamente os resultados de estudos realizados sobre o processo operacional da ETE que impactam o meio ambiente; e 13. Mudanças Climáticas. (COPASA, 2023, p. 129).

## OBJETIVO

Analizar o regime dos ventos em Montes Claros e relacioná-lo com o impacto de odores da ETE no contexto da ABEA ETE Vieira. Com isso pretende-se: i) indicar bairros prioritários para aplicação da pesquisa de odores, prevista no PEA; ii) Aperfeiçoar questionários e metodologias participativas que retratam a percepção do público social da ABEA; iii) Promover conhecimentos relativos à climatologia geográfica, destacadamente na saúde ambiental e humana.

## METODOLOGIA

Por meio da elaboração de um estudo sobre ventos, e consequentemente da dispersão dos poluentes, oportunizou-se trabalhar com os seguintes conteúdos aprovados para o Projeto Executivo de Educação Ambiental: 3. Impactos socioambientais da ETE Vieira na ABEA; 9. Disseminar internamente os resultados de estudos realizados sobre o processo operacional da ETE que impactam o meio ambiente; 13. Mudanças Climáticas. No documento também são previstas pesquisas periódicas sobre a percepção de odores com o público interno, trabalhadores da ETE Vieira, e com o público externo, composto por 21 bairros do entorno da ETE (Figura 1).

*Área de Abrangência de Educação Ambiental do PEA ETE Vieira*



**Figura 1: Mapa da ABEA ETE Vieira**  
Fonte: O Autor, 2024

Na primeira campanha de pesquisa de odores foram aplicados 199 questionários em dez bairros da ABEA, entre novembro de 2023 e fevereiro 2024. Para a continuidade da mesma foi proposta revisita de 113 endereços onde já haviam sido aplicados os questionários do Diagnóstico socioambiental participativo – DSP, a fim de possibilitar uma comparação com os resultados anteriores.

Além disso, visando retribuir à população os resultados da primeira pesquisa de odores, foi realizada reunião comunitária. Foi necessária para abordagem e discussão com moradores os seguintes temas: (i) medidas mitigatórias adotadas e previstas na ETE Vieira; (ii) fontes de odores e poluentes decorrentes de atividades presentes na área industrial e urbana de Montes Claros; (iii) influência sazonalidade climática com os impactos ambientais vividos.

Foram extraídos dados das normais climatológicas de Montes Claros entre 1981 e 2010 da estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (Tabela 1). A estação está localizada no bairro JK II / Universitário, a aproximadamente 500 metros da ETE Vieira. Também a partir de seus dados, qualificou-se a frequência do vento em Montes Claros em três épocas do ano, e sua possível modulação diante do relevo local. Foram extraídos os dados referentes aos meses de janeiro, junho e setembro dos ventos. Em seguida foi calculada a porcentagem de frequência de cada um dos quadrantes utilizando o Microsoft Excel. O resultado foi exibido em gráficos do tipo rosa dos ventos. Procurou-se em seguida traçar um esboço dos ventos predominantes e o relevo local, representado pelas curvas de nível disponíveis e a hidrografia local.

Após aplicação dos 113 questionários de percepção sanitária e ambiental em bairros ao sul da ABEA, foram analisados os resultados, e com isso algumas hipóteses foram endossadas e outras refutadas acerca da dispersão de odores e fatores importantes como horário e frequência de ocorrência dos odores relatados, podendo ser provenientes da ETE Vieira.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, ressalta-se que o odor ocasionado pelo tratamento é uma característica intrínseca ao processo, e que a sua redução ou minimização está ligada às estratégias adotadas em acordo com as características operacionais (GONTIJO & MADI, 2018). As medidas já adotadas pela ETE Vieira incluem manutenção do sistema de gradeamento, sistema de coleta e queima de biogás e enclausuramento do sistema de desidratação do lodo. O empreendimento possui ainda um estudo de diagnóstico da emissão e dispersão de gases odoríferos, em que foram dimensionadas quatro diferentes melhorias em equipamentos da estação, com previsão de conclusão de instalação do sistema até o 4º trimestre/2025. São eles: câmaras de dessorção; biofiltros; sistema de exaustão e intervenções civis na CDV4.

Entre as condicionantes da licença de operação da ETE está o programa de automonitoramento das emissões atmosféricas. O monitoramento, realizado semestralmente, determina as concentrações de Monóxido de Carbono (CO), Sulfeto de Hidrogênio (H<sub>2</sub>S) e Metano (CH<sub>4</sub>) através de Amostradores de Grandes Volumes.

Tomando como ponto de partida os postulados de Monteiro (1976) sintetiza três subsistemas ou canais de percepção do clima urbano, entre eles o canal físico-químico, também denominado de Qualidade do ar. Embora neste subsistema a responsabilidade seja eminentemente humana, ele é também influenciado pelo canal termodinâmico, uma vez que “a compreensão da estrutura térmica e da ventilação dentro de uma cidade são fatores indispensáveis para que se entenda a difusão da poluição do ar” (DORIGON & CARDOSO, 2015). Sabemos, por sua vez, que a sequência dos estados atmosféricos pode trazer situações agravantes e atenuantes para sua difusão.

Meses	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
Direção (°)	53	66	70	94	111	108	95	101	88	81	65	53	82,1
Ponto Cardeal	NE	NE	NE	L	L	L	L	L	L	L	NE	NE	L
Velocidade (km/h)	7,2	7,2	6,8	6,5	6,1	6,1	6,8	8,3	9,0	8,6	7,6	7,6	7,2

Tabela 1: Direção e velocidade média diária dos ventos em Montes Claros

Fonte: INMET

Montes Claros possui clima subúmido seco, com duas estações distintas, sendo a estação seca entre abril e setembro, e a chuvosa entre outubro e março. A direção predominante de ventos (L/NE) é resultado da atuação do anticiclone subtropical do atlântico sul - ASAS, geralmente associado a tempo estável (Tabela 1). Por outro lado, o ancoramento de sistemas transientes de baixa pressão e de linhas de instabilidades no Oceano Atlântico canaliza a umidade da Amazônia, em episódios conhecidos como Zonas de Convergência, responsáveis pelos elevados totais pluviométricos na estação chuvosa.

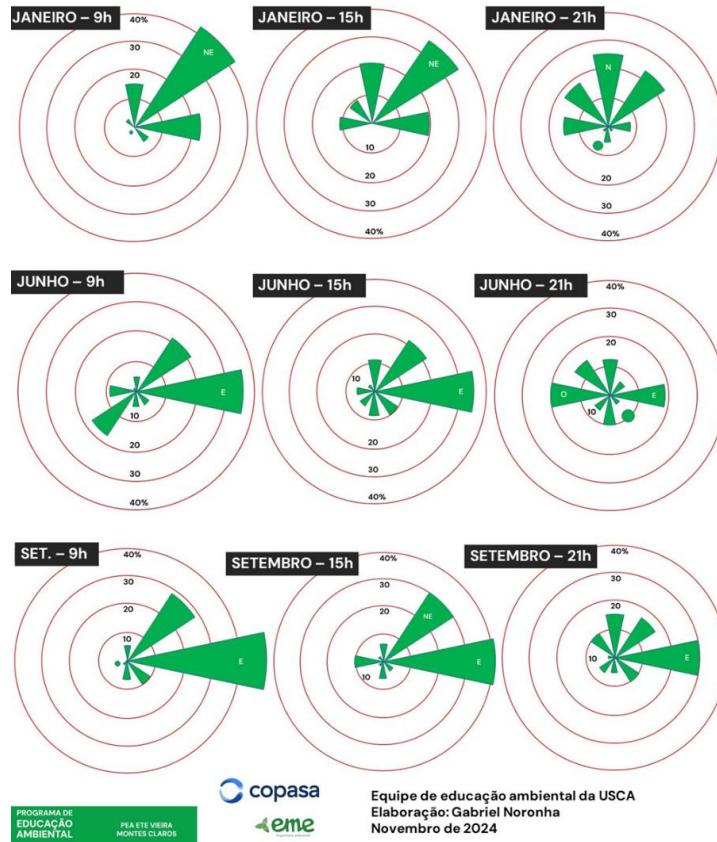
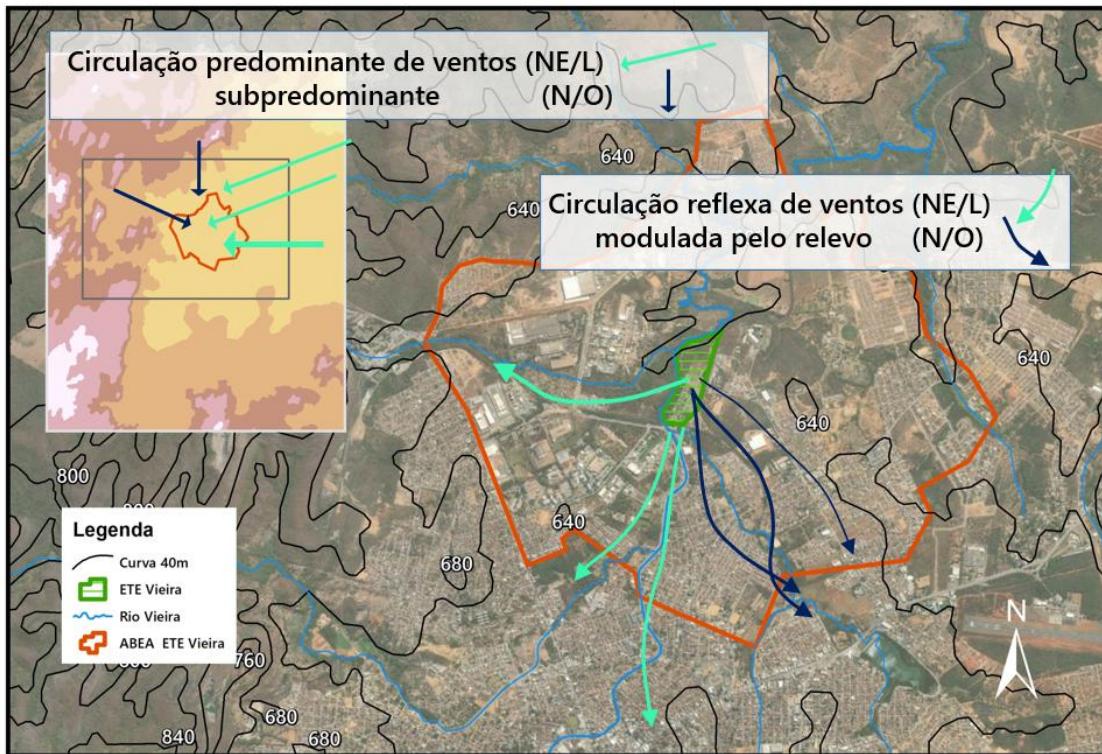


Figura 2: Direção dos ventos na estação meteorológica do INMET de Montes Claros entre 2021 e 2024  
Fonte: O Autor, 2024

De imediato, destaca-se a frequência dos ventos de leste e nordeste, que foram registrados em mais de 50% das manhãs e tardes. A exceção reside no período noturno, quando o vento norte se mantém preponderante (no verão) e de oeste (no período de inverno). Diante dos resultados advindos da estação meteorológica a circulação predominante de ventos (de Leste e Nordeste) foi destacada no mapa, bem como a sub-predominante (de Oeste e Noroeste). A circulação reflexa também foi esboçada, procurando retratar a influência da topografia na canalização desses ventos (Figura 3).

O esboço procurou retratar a influência do clima local a nível mesoclimático (1:50.000) a topoclimático (1:5.000) e foi ponto de partida para traçar hipóteses da dispersão dos ventos na ABEA. Apesar do relevo plano a suavemente ondulado na cidade de Montes Claros, a proximidade com os planaltos residuais cársticos à oeste da urbe deve ser levada em consideração na escala local/mesoclimática, especialmente considerando os ventos catabáticos, isto é, que afluem de montanha para o vale durante período noturno. Por outro lado, a planície fluvial do rio Vieira e seus afluentes, hodiernamente convertida em avenidas sanitárias pode atuar como mecanismo facilitador de dispersão dos ventos, uma vez que promovem a circulação de ventos em corredores de pouca obstrução. Finalmente não se descarta a influência de ilhas de calor na cidade (GOMES, 2008; LEITE, 2020; SOUZA et. al., 2020).



 copasa

Equipe de Educação Ambiental da USCA - COPASA MG / Elaboração: Gabriel Teles Noronha / Novembro de 2024  
Projeção: SIRGAS 2000 23S Fonte: COPASA, DER-MG, IEF, IGAM

Figura 3: Esboço da circulação de ventos baseada nas normais climatológicas  
Fonte: O Autor, 2024

Muitas vezes as ETEs são construídas em locais afastados, contudo com o crescimento das cidades, as proximidades vão sendo gradativamente ocupadas, sem guardar a distância adequada da estação, vindo a ocupar áreas de exposição a riscos de odor (CARNEIRO et. al., 2009). De modo que a pesquisa procura verificar a exposição na percepção dos moradores.

Baseando-se na análise do regime de ventos de Montes Claros, a retomada da pesquisa de percepção sanitária e ambiental se deu em 7 bairros da ABEA ETE Vieira, em especial aqueles localizados na metade sul em relação ao empreendimento (Figura 4). Foram aplicados 113 questionários entre os dias 9 e 13 de dezembro de 2024. Contendo 21 perguntas, sendo 3 delas abertas e as demais fechadas, o questionário foi segmentado em quatro seções, sendo elas i) primeiras informações; ii) saneamento; iii) odores; iv) ação ambiental.

As perguntas adotadas na seção saneamento buscaram fazer um paralelo com perguntas já adotadas no Diagnóstico Socioambiental Participativo - DSP, em fevereiro de 2023. Quando a pessoa entrevistada apontava entre os impactos positivos e negativos do empreendimento, cheiro desagradável, o entrevistador prosseguia para a seção odores, onde cinco outras perguntas buscaram qualificar os odores percebidos pelo morador. Finalmente, a seção ação ambiental procurava brevemente entender como se dava os temas gerados de interesse, apreensão e atitude, em relação ao meio ambiente.

Após a tabulação dos questionários, os resultados foram transpostos para o *Microsoft Forms*. Apesar de gerar uma tabela do *Microsoft Excel*, os dados foram transportados para software *PowerBI*, onde subsidiaram gráficos. A visualização dos dados foi fundamental para que o analista responsável interpretasse as perguntas tiveram respostas satisfatórias e conclusivas e, principalmente, reconsiderasse aquelas em que houve dificuldade da população em compreender e, por consequência, responder na pesquisa.


**copasa**

 Equipe de Educação Ambiental da USCA - COPASA MG / Elaboração: Gabriel Teles Noronha  
 Dezembro de 2024 Projeção: SIRGAS 2000 23S Fonte: COPASA, DER-MG, IEF, IGAM

Figura 4: Bairros selecionados para a segunda pesquisa de percepção de odores  
 Fonte: O Autor, 2024

Nos bairros Renascença e Floresta se encontram os maiores índices de pessoas que reportaram sentir o impacto do cheiro (94,4% e 83,33%) (Figura 5). Os bairros fazem vizinhança imediata com o empreendimento. Além disso, acredita-se que a hidrografia local facilite a canalização dos ventos (rio Vieira e córrego Cintra). Outro aspecto relevante é a predominância do cheiro no período noturno, em especial no bairro Floresta e Alice Maia. Houve uma dificuldade muito grande por parte da equipe de aplicação do questionário enquadrar o período quando era relatado horário 17:00 em diante. Podendo ser entendido como tarde ou noite, a depender de como relatado pelo entrevistado. Esse período também coincide com a chegada de muitos em seus domicílios, após o expediente, o que por sua vez pode influenciar nos elevados números registrados, em comparação com o período matutino.

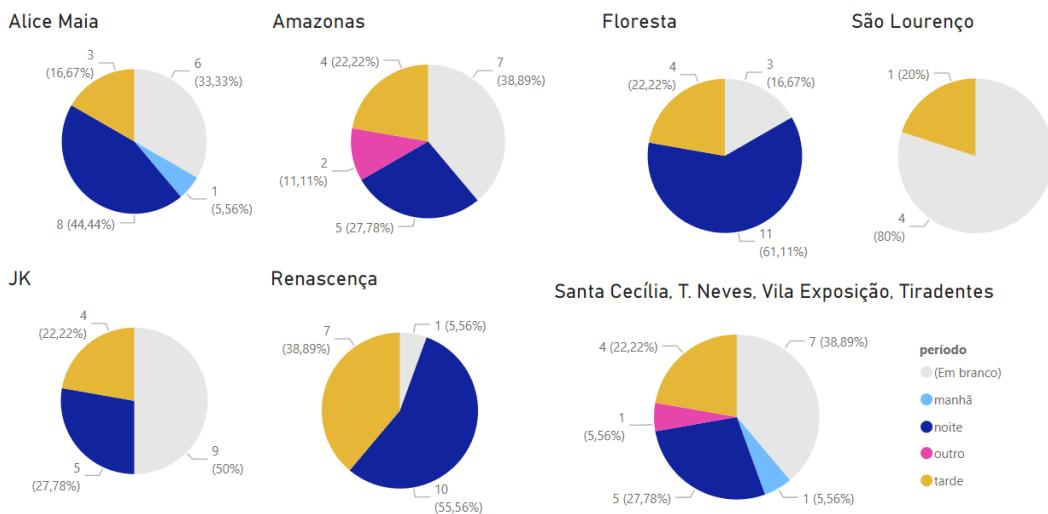


Figura 5: Gráfico das respostas à pergunta “em qual o turno em que o cheiro está mais presente?” por bairro  
 Fonte: COPASA, 2024

Por outro lado, o resultado da pesquisa apontou para uma maior frequência do cheiro, diária e semanal, nos bairros JK e Floresta, seguido do Renascença (Figura 6). Tratam-se de bairros localizados à sudeste, para onde o vento da ETE se desloca durante ocorrência do vento catabático noturno ou sub-predominante no verão,

conforme era previsto na figura 2. Ressalta-se também a contribuição da linha férrea enquanto corredor preferencial desses ventos, assim como o córrego do Cintra, no limite entre os bairros JK e Floresta (Figura 6).

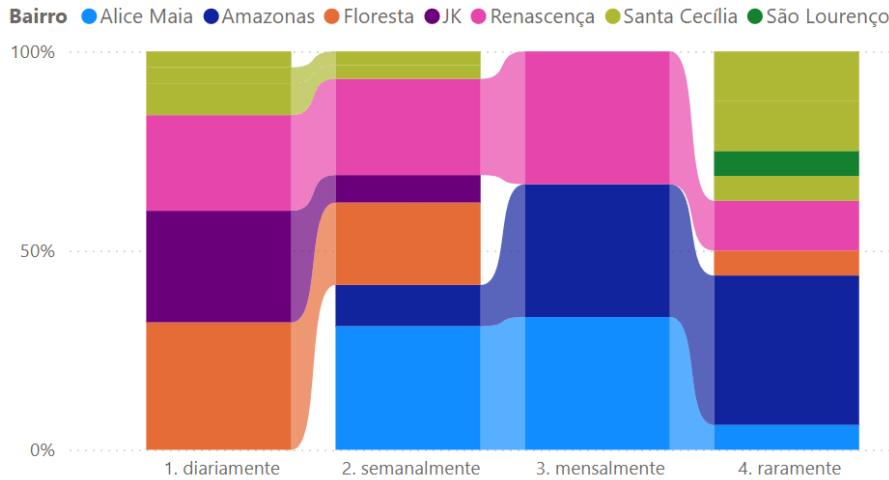


Figura 6: Ocorrência das respostas à pergunta “qual a frequência desse cheiro?” por bairro

Fonte: COPASA, 2024

Finalmente, entre as derradeiras perguntas incorporadas ao questionário de percepção ambiental está “Qual problema ambiental mais lhe impactou?”. O resultado aponta interessantes interlocuções com o clima. Enquanto para 32% dos respondentes as queimadas foram o impacto mais preocupante, um problema asseverado pelas estiagens prolongadas, para outros 32% das entrevistas foram as epidemias o principal problema, dentre elas as arboviroses, relacionadas às águas paradas que se convertem em criatório de mosquitos. Reafirma-se portanto que, as condições climáticas possuem uma interlocução com os dois maiores problemas enfrentados pelos habitantes da ABEA em sua vida cotidiana.

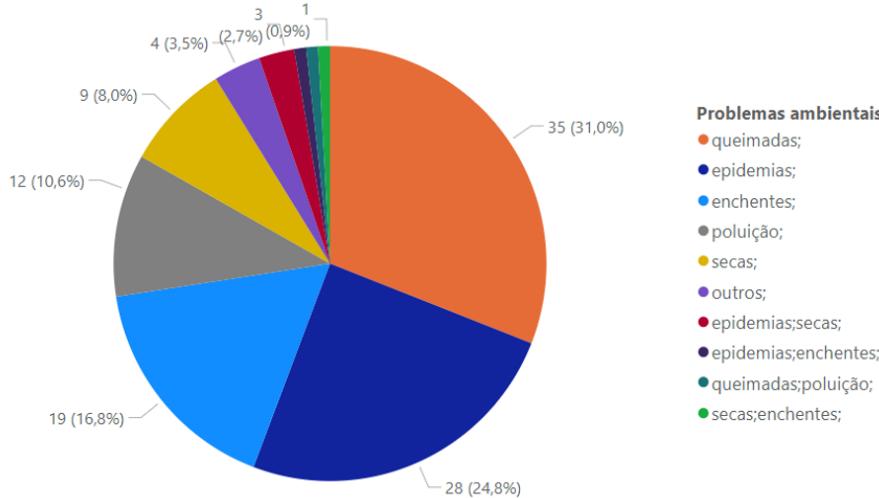


Figura 7- Considerando os últimos 2 anos, qual problema ambiental mais lhe impactou?

Fonte: COPASA, 2024

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Entre os resultados alcançados destaca-se que a equipe técnica operacional do SES em Montes Claros consultou a equipe executora do PEA quanto ao local de instalação dos equipamentos de medição da qualidade do ar, em dezembro de 2024. Foram indicados endereços em bairros com maior frequência de odores segundo pesquisa de percepção ambiental, Floresta e Renascença.

Por meio do estudo de ventos será possível uma adoção mais eficaz de técnicas como a cortina arbórea, focando em pontos críticos do limite entre a ETE e sua vizinhança. Aponta-se a necessidade de avanço em estudos mais qualificados, com uso de técnicas de monitoramento das variáveis meteorológicas.

Ademais, prevê-se expansão da aplicação da pesquisa em bairros onde ela ainda não foi realizada, como na metade norte da ABEA ETE Vieira. Contudo, devido à circulação predominante de ventos, infere-se que uma porcentagem bem menor de entrevistados reportarão mau cheiro proveniente da ETE.

Embora não se possa traçar uma relação entre as enfermidades vividas pela população na ABEA e as variáveis climáticas, torna-se emergente compreender que, o foco dos estudos entre clima e saúde que antes se baseava no controle que o clima exercia sobre o homem e sua atividade, agora apresenta a perspectiva de influência que o homem, diante do aumento da sua capacidade tecnológica e científica, vem influenciando o clima em uma escala local (SEVERINO e COSTA, 2016).

Tal raciocínio é imprescindível para iniciar um processo coletivo de conscientização e participação social da população de bairros para enfrentar problemas ambientais. Por exemplo, a arborização deficiente que reforça a baixa umidade do ar e supostamente leva a um maior índice de doenças respiratórias ou que provoca o aumento da insolação e exacerba os efeitos do desconforto térmico no dia a dia dessas pessoas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARNEIRO, C.; SCHEER, M. B.; CUNHA, F. da; ANDREOLI, C. V. Manual técnico para implantação de cortinas verdes e outros padrões vegetais em Estações de Tratamento de Esgoto. Curitiba: Sanepar, 2009. 106 p.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 506, de 5 de julho de 2024. Estabelece padrões nacionais de qualidade do ar e fornece diretrizes para sua aplicação. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 09 jul. 2024.
- DORIGON, Larissa Piffer; CARDOSO, Renata dos Santos. Análise do fluxo de vento e seu papel na dispersão de poluentes em Presidente Prudente - SP. Bol. geogr., Maringá, v. 33, n. 1, p. 95-108, jan.-abr., 2015
- GOMES, P. S. Ocupação do Solo e Microclimas Urbanos: O Caso de Montes Claros - MG. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2008.
- GONTIJO, J. C.; MADI, A. P. L. M. DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO DE ODOR EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS E SEUS PROBLEMAS RELACIONADOS. Caderno PAIC, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 303–318, 2018. Disponível em: <https://cadernopaic.fae.edu/cadernopaic/article/view/303>. Acesso em: 15 jan. 2025.
- LEITE, M. E. (organizador). Atlas Ambiental de Montes Claros/MG. Montes Claros: Editora Unimontes, 2020. 66 p.
- LUDUVICE, M. L.; Pinto, M. A. T. P.; Neder, K. D., 1997. Controle de odores em estações de tratamento de esgoto. In: XIX Congresso Brasileiro De Engenharia Sanitária E Ambiental, 1997, Foz do Iguaçu - PR. Anais do XIX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro - RJ
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. Tabelas - Água e Esgotos. 2023b. Disponível em: [https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snus/produtos-do-snus/diagnosticos/DIAGNOSTICO\\_TEMATICO\\_VISAO\\_GERAL\\_AE\\_SNIS\\_2023\\_ATUALIZADO.zip](https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snus/produtos-do-snus/diagnosticos/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2023_ATUALIZADO.zip). Acesso: 15 jan. 2025.
- MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa COPAM nº 238, de 26 de agosto de 2020. Altera a Deliberação Normativa Copam no 214, de 26 de abril de 2017 e estabelece as diretrizes para a elaboração e a execução dos Programas de Educação Ambiental no âmbito dos processos de licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais. Diário do Executivo - Minas Gerais, 29 ago. 2020.COPASA. Sustentabilidade. 2021.
- SOUZA, C. et. al.. Modelagem espaço-temporal de ilhas de calor urbana e correlação com variáveis - Montes Claros, MG, Brasil. Geo UERJ, Rio de Janeiro, n. 37, 2020.
- TOZONI-REIS, M. F. C. Pesquisa-ação: compartilhando saberes. Pesquisa e ação educativa ambiental. In: FERRARO JR., L.A. (Org.). Encontros e caminhos: formação de educadoras (es) ambientais e coletivo educadores. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.