



ENGENHARIA
ARQUITETURA E CONSULTORIA

PROGRAMA DE CONTROLE DE MATERIAIS PARTICULADOS

Balneário Camboriú, janeiro de 2022.



ENGENHARIA
ARQUITETURA E CONSULTORIA

RESPONSABILIDADE TÉCNICA

PROGRAMA

LDD Engenharia e Arquitetura Consultoria LTDA

DEISE SOARES DA SILVA

Arquiteta e Urbanista

CAU/BRASIL A0661-8



ENGENHARIA
ARQUITETURA E CONSULTORIA

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVO.....	7
2.1. GERAL	7
2.2. ESPECÍFICOS:	7
3. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL	8
4. DIAGNÓSTICO DO EMPREENDIMENTO.....	9
4.1 CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO	9
5. CARACTERIZAÇÃO	9
5.1. PADRÕES DE QUALIDADE DO AR	9
5.2. EMISSÃO DE MATERIAIS PARTICULADOS.....	10
6. EXECUÇÃO DO PROGRAMA DE CONTROLE DE MATERIAIS PARTICULADOS.....	11
6.2. MONITORAMENTO.....	17
6.3. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO	18
7. CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS.....	20



ENGENHARIA
ARQUITETURA E CONSULTORIA

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aspersão de água na fase de demolição	12
Figura 2. Movimentação de terra.....	13
Figura 3. Caminhão com caçamba coberta para evitar dispersão de partículas	14
Figura 4. Duto de descarga de resíduos protegido por tela.....	15
Figura 5. Tela de proteção durante fase de construção	17
Figura 6. Sinalização interna fixada no canteiro de obras	18



ENGENHARIA
ARQUITETURA E CONSULTORIA

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Informações gerais do projeto.	9
Tabela 2. Padrões de qualidade do ar	10
Tabela 3. Principais fontes de geração de mp nas atividades dos canteiros de obras	11

1. INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica pode ser definida como uma forma de matéria que apresenta intensidade, concentração, características que possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo á saúde, causando danos aos materiais, à fauna e à flora, prejudicial a segurança e ao uso da propriedade e à qualidade de vida da comunidade. A qualidade do ar é produto da interação de um conjunto de fatores dentre os quais destacam-se a magnitude das emissões, a topografia e as condições climáticas da região, afetando a dispersão dos poluentes. (SECRETARIA DOS PORTOS - SEP, 2019).

Entre os poluentes atmosféricos encontram-se os materiais particulados, sendo este um resíduo de extrema toxicidade. Sua composição apresenta diversas partículas pequenas, podendo ser cerca de cinco vezes mais finas que um fio de cabelo, sua composição é uma mistura de diversos materiais, como químicos orgânicos, ácidos, sulfatos, metais e poeira. O material particulado divide-se em duas categorias, PM 2,5 em que as partículas cujo tamanho chegam até 2,5 micrometros, e PM 10, no qual o tamanho das partículas varia entre 2,5 e 10 micrometros.

O material particulado (MP) ou Partículas Totais em Suspensão (PTS) origina-se de uma vasta diversidade de lugares e processos. Na queima de combustíveis fósseis, caldeiras, veículos automotores, incêndios, agricultura, construção civil etc. Dos impactos ambientais observados com a emissão dos MPs está o aumento da densidade das nuvens, dificultado a passagem de luz solar na atmosfera, afetando a frequência de precipitações e chuva ácida. Já para a saúde, principalmente os MP_{2,5} geram uma série de problemas, relacionados ao coração, e a problemas no sistema respiratório (AIRES, 2019).



ENGENHARIA
ARQUITETURA E CONSULTORIA

2. OBJETIVO

2.1. GERAL

O objetivo deste Programa de Controle de Materiais Particulados (PCMP) é propor atribuir definições, ações e procedimentos necessários para o controle e diminuição de emissão de materiais particulados decorrentes da implantação do empreendimento, atendendo as normas e preceitos técnicos da engenharia e meio ambiente.

2.2. ESPECÍFICOS:

- Reduzir significativamente a emissão de partículas no ar;
- Contribuir para a minimização dos impactos ambientais;
- Estimular a prevenção e controle no canteiro de obras;
- Adotar ações preventivas para controle de emissões de materiais particulados.



ENGENHARIA
ARQUITETURA E CONSULTORIA

3. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 5/1989: Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR;
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 491/2018: Dispõe sobre padrões de qualidade do ar; revoga a Resolução Conama nº 03/1990 e os itens 2.2.1 e 2.3 da Resolução Conama nº 05/1989.



ENGENHARIA
ARQUITETURA E CONSULTORIA

4. DIAGNÓSTICO DO EMPREENDIMENTO

4.1 CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO

O objeto do Estudo de Impacto de Vizinhança faz referência a um edifício residencial multifamiliar e comercial a ser implantado no terreno escriturado com área total de 4.444,80 m² conforme matrícula, localizado na Avenida do Estado esquina com a Rua 971 e Rua 951, Centro, Balneário Camboriú – SC.

Tabela 1. Informações gerais do projeto.

INFORMAÇÕES	DADOS
Zona	ZACC-I-C
Número total de unidades habitacionais	140
Total de salas comerciais	14
Total de vagas de garagem	741
Área total do empreendimento	52.670,00 m ²
Área do terreno escriturada	4.444,80 m ²
População estimada do empreendimento ¹ :	1536

Fonte: LDD ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA, 2021.

5. CARACTERIZAÇÃO

5.1. PADRÕES DE QUALIDADE DO AR

A Resolução CONAMA Nº 491/2018 estabelece os seguintes parâmetros para o monitoramento da qualidade do ar:

- Material Particulado (MP₁₀)
- Material Particulado (MP_{2,5})
- Dióxido de Enxofre (SO₂)
- Dióxido de Nitrogênio (NO₂)
- Ozônio (O₃)
- Fumaça
- Monóxido de Carbono (CO)
- Partículas Totais em Suspensão (PTS)
- Chumbo (Pb₅)

¹ População estimada do empreendimento conforme memorial hidrossanitário é composta por:

Nº de pessoas das unidades habitacionais: 1160 hab = nº de unidades habitacionais x nº quartos por unidade x 2

Nº de pessoas das salas comerciais: 376



ENGENHARIA
ARQUITETURA E CONSULTORIA

Tabela 2. Padrões de qualidade do ar

POLUENTE ATMOSFÉRICO	PERÍODO DE REFERÊNCIA	PI - 1	PI - 2	PI - 3	PF	
		µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	ppm
Material Particulado (MP10)	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual ¹	40	35	30	20	-
Material Particulado (MP2,5)	24 horas	60	50	37	25	-
	Anual ¹	20	17	15	10	-
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	24 horas	125	50	30	20	-
	Anual ¹	40	30	20	-	-
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	1 hora ²	260	240	220	200	-
	Anual ¹	60	50	45	40	-
Ozônio (O ₃)	8 horas ³	140	130	120	100	-
Fumaça	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual ¹	40	35	30	20	-
Monóxido de Carbono (CO)	8 horas ³	-	-	-	-	9
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	24 horas	-	-	-	240	-
	Anual ⁴	-	-	-	80	-
Chumbo (Pb5)	Anual ¹	-	-	-	0,5	-

¹ - média aritmética anual

² - média horária

³ - máxima média móvel obtida no dia

⁴ - média geométrica anual

⁵ - medido nas partículas totais em suspensão

Fonte: CONAMA Nº 491/2018, com adaptação LDD ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA, 2021.

Os padrões adotados desde que a Resolução entrou em vigor são os Padrões de Qualidade do Ar Intermediários PI – 1. Para os poluentes monóxido de carbono, partículas totais em suspensão e chumbo será adotado o padrão de qualidade do ar final.

Levando em consideração as atividades desenvolvidas e os poluentes emitidos apenas serão tratados neste programa os materiais particulados (MP₁₀) e as partículas totais em suspensão.

5.2. EMISSÃO DE MATERIAIS PARTICULADOS

Os materiais particulados podem ser emitidos a partir de emissão primária e emissão secundária, as fontes primárias são aquelas que liberam o poluente diretamente na atmosfera, já as secundárias são produzidas a partir de reações químicas entre poluentes primários e constituintes naturais da atmosfera. As atividades realizadas no canteiro de obras estão relacionadas as emissões primárias de material particulado. Já as emissões secundárias nas atividades do canteiro são menos significativas em comparação ao volume de emissões primárias. O tamanho de partícula das emissões está relacionado a uma fração grosseira levando em consideração as características de formação e serem relacionadas a emissões



ENGENHARIA
ARQUITETURA E CONSULTORIA

primárias. Já a composição química é variada frente a diversidade de atividades e fontes do canteiro de obras (RESENDE, 2007).

A construção civil voltada para edificações envolve uma variedade de atividades que são potenciais fontes de emissão de material particulado, para facilitar a identificação destas atividades foi separado em grupos que compreendem fases distintas do canteiro de obras:

Tabela 3. Principais fontes de geração de mp nas atividades dos canteiros de obras

ATIVIDADES	PRINCIPAIS FONTES DE GERAÇÃO
DEMOLIÇÃO	<ul style="list-style-type: none">- Utilização de explosivos;- Descarga e transporte de material;- Armazenamento de resíduos na obra;- Trânsito de Veículos;
MOVIMENTAÇÃO DE TERRA	<ul style="list-style-type: none">- Remoção de vegetação;- Escavação;- Estocagem de terra;- Transporte de material;
TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none">- Trânsito de veículos;- Transporte de material;
ARMAZENAMENTO / REMOÇÃO DE MATERIAIS E RESÍDUOS	<ul style="list-style-type: none">- Transporte dos materiais e resíduos;- Armazenamento dos materiais e resíduos;- Manuseio dos materiais e resíduos da obra;- Retirada dos materiais e resíduos da obra;
CONSTRUÇÃO	<ul style="list-style-type: none">- Lançamento de alvenaria;- Colocação dos revestimentos internos e externos;- Inserção de esquadrias;- Pintura e acabamentos;- Impermeabilizações;- Perfurações, cortes, serragens.

Fonte: ARAÚJO (2014) ADAPTADO POR LDD ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA, 2021.

Para a diminuição do impacto ambiental deve-se promover medidas que sejam aplicadas a partir de um monitoramento periódico em campo podendo assim prevenir e controlar a emissão de materiais particulados ao longo das atividades nos canteiros de obras.

6. EXECUÇÃO DO PROGRAMA DE CONTROLE DE MATERIAIS

PARTICULADOS

6.1. PROCEDIMENTOS PARA REDUÇÃO DE EMISSÃO DE MATERIAIS PARTICULADOS

É possível diminuir a emissão de materiais particulados nos canteiros de obras adotando ações e práticas mitigadoras de acordo com cada atividade. Segundo Araújo (2014) é possível adotar um conjunto de medidas que contribuem para redução e até eliminação de



ENGENHARIA
ARQUITETURA E CONSULTORIA

MP. Estas práticas estão separadas por demolição, movimentação de terra, transporte, armazenamento e remoção de materiais/resíduos e construção, como descrito a seguir:

- **DEMOLIÇÃO**

A etapa de demolição é pouco frequente no canteiro de obras devido apenas ser realizada quando já há outra construção no local do novo empreendimento, sendo assim necessária a demolição. Caso ocorra este cenário será adotadas as medidas a seguir:

- ✓ Cercar a obra ou pontos de emissão com telas de poliéster de malha fina ou com chapas de madeira;
- ✓ Os resíduos de demolição devem ser removidos o quanto antes da obra, evitando sua exposição a ventos e chuvas. Quando não for possível, devem ser cercados, umedecidos e cobertos;
- ✓ Evitar atividades de demolição quando as velocidades do vento estiverem elevadas;
- ✓ Manter a área umedecida após o término da demolição;
- ✓ Aspergir água com mangueiras de alta vazão, antes e durante a atividade de demolição.

Figura 1. Aspersão de água na fase de demolição



Fonte: RESENDE, 2007.

- **MOVIMENTAÇÃO DE TERRA**

A movimentação de terra deriva do processo de implantação da infraestrutura do empreendimento, sendo esta atividade realizada no início das obras, durante esta fase serão adotadas tais medidas:

- ✓ Se houver vegetação existente deve ser removida conforme o avanço das atividades de movimentação de terra;
- ✓ Serviços de escavação devem ser evitados durante períodos muito secos e com ventos fortes;
- ✓ A remoção de terra da obra deve ser feita, preferencialmente, logo após sua escavação/movimentação;
- ✓ Proteger o solo de modo evitar assoreamento em tempos chuvosos bem como nas escavações dos blocos;
- ✓ No momento das instalações das ponteiros, bem como nas escavações, prever talude temporário de modo a evitar a trepidação horizontal em direção ao passeio.
- ✓ Umedecer o solo periodicamente e prever barreiras físicas ao redor da obra ou das áreas de trabalho;
- ✓ Manter as áreas em escavação umedecidas e cobertas nos períodos de paralisação;
- ✓ Controlar a altura de lançamento de terra nos trabalhos de carga e descarga;
- ✓ Esvaziar a caçamba lentamente, evitando formação de nuvens de poeira.

Figura 2. Movimentação de terra



Fonte: RAMBLA, 2019.

- **TRANSPORTE**

A matéria prima para realização da construção do empreendimento chega através de diferentes tipos de caminhões na obra, sendo que estes também precisam passar por verificação atendendo as medidas de prevenção de emissão de material particulado, sendo as medidas descritas abaixo:

- ✓ Dispor os veículos e equipamentos de transporte de elementos que evitem a dispersão de MP. Exemplo: proteger com barreiras físicas como lonas;
- ✓ No descarregamento, diminuir as alturas de lançamento, evitar fazê-las sob ações de ventos fortes;
- ✓ Realizar limpezas periódicas dos veículos e equipamentos, evitando o acúmulo de poeiras;
- ✓ Reutilizar resíduos para evitar transportes desnecessários;
- ✓ Preferir materiais em silos transportados por dutos a materiais ensacados;
- ✓ Carregamento de veículos deve ser feito até um limite de 15 cm abaixo do topo da caçamba/caminhão;
- ✓ Limitar a velocidade dos veículos para evitar suspensão de partículas. Recomenda-se abaixo de 30km/h.

Figura 3. Caminhão com caçamba coberta para evitar dispersão de partículas



Fonte: RESENDE, 2007.

- **ARMAZENAMENTO / REMOÇÃO DE MATERIAIS E RESÍDUOS**

A emissão nessa fase do canteiro de obras é restrita principalmente dentro da área do terreno, sendo que afeta diretamente os colaboradores, sendo assim é possível minimizar as emissões a partir de tais medidas:

- ✓ Identificar os tipos de resíduos produzidos (reduzir, reutilizar e reciclar);
- ✓ Manter os materiais e resíduos armazenados pelo menor período possível no canteiro;
- ✓ Armazenar os materiais e resíduos protegidos da ação dos ventos e chuvas;
- ✓ Montes de materiais devem ser dispostos em ângulos que evitem desmoronamentos constantes;
- ✓ Grandes montes de materiais e resíduos podem ser protegidos por estabilizadores químicos ou umedecidos constantemente, limitando a altura dos montes a 2,50 metros;
- ✓ Realizar limpezas periódicas dos locais de armazenamento;
- ✓ Quando houver grande geração de MP no local de armazenamento, instalar exaustores com filtros;
- ✓ Armazenar equipamentos de aspiração e limpeza para o caso de “vazamentos” acidentais.

Figura 4. Duto de descarga de resíduos protegido por tela



Fonte: RESENDE, 2007.

- **CONSTRUÇÃO**

Esta fase trata-se da construção da supraestrutura do empreendimento, a qual trata da construção estrutural vertical e todas as etapas que a compõe, para isso adotamos tais medidas de minimização:

- ✓ Utilizar dispositivo de coleta de pó de serragem acoplado ao equipamento;
- ✓ Em caso de grande quantidade de emissões, realizar a atividade em ambiente com coifa exaustora e filtro;
- ✓ Fazer corte/perfuração com e em local protegido da ação dos ventos e dentro de caixote coletor;
- ✓ Sempre que possível, evitar a produção de concreto e argamassas, e quando produzidos na obra fazê-lo em local protegido da ação de ventos e chuvas;
- ✓ Quando as misturas forem deixadas de um dia para o outro, cobri-las com lonas;
- ✓ Realizar varrição úmida ou aspiração com frequência;
- ✓ Racionalizar o processo de produção de forma a diminuir a perda de argamassas e concretos por queda;
- ✓ Verificar a estanqueidade dos equipamentos utilizados para transporte de concretos e argamassas;
- ✓ Criar barreiras físicas de modo a evitar que as argamassas e concretos sejam lançados fora de um espaço controlável (telas nos andaimes fachadeiros, tapumes, lonas, entre outros);
- ✓ Compactar a superfície, o mais breve possível, após o término dos serviços;
- ✓ Utilizar barreiras físicas (tapumes, telas, lonas, entre outros) no contorno das áreas de serviço, evitando ou diminuindo a ação dos ventos e chuvas;
- ✓ Desenvolver o planejamento físico da obra, procurando otimizar o tempo de duração desta atividade, para que tão breve, as superfícies possam ser finalizadas;
- ✓ Realizar a limpeza com a maior frequência possível para evitar o acúmulo de partículas.



ENGENHARIA
ARQUITETURA E CONSULTORIA

Figura 5. Tela de proteção durante fase de construção



Fonte: GOOGLE, 2019.

Vale salientar, que essas medidas por mais que sejam preventivas, sua eficácia e seus resultados só podem ser garantidos a partir de uma continuidade cíclica de monitoramento durante toda a etapa de produção do canteiro de obras da construção. O gestor da obra deve apresentar conhecimento adequado acerca de emissões de MP ou estar amparado por profissional habilitado para que seja inserida a mitigação correta a cada atividade impactante (ARAÚJO, 2014).

6.2. MONITORAMENTO

O monitoramento sistemático do nível de emissão de materiais particulados poderá fornecer suporte necessário para o controle das fontes de emissões, de modo a assegurar a manutenção da qualidade ambiental do ar e o conforto da comunidade que porventura possa ser afetada. Através destas medidas também é possível minimizar os incômodos causados aos funcionários durante as obras, além disso serão disponibilizados e exigido o uso de EPI's para os trabalhadores.

Assim, é possível definir as etapas subdividas para a realização do monitoramento ambiental:

- Acompanhar e verificar periodicamente as condições ambientais no canteiro de obras, bem como a correta aplicação das atividades elencadas no programa, a fim de coletar dados suficientes para subsidiar a análise do monitoramento ambiental referente aos impactos negativos e positivos;



ENGENHARIA
ARQUITETURA E CONSULTORIA

- Analisar a evolução dos dados ambientais obtidos na fase posterior, bem como à detecção de eventuais não conformidades às quais identificarão a necessidade de adequação do programa;
- Avaliação e controle dos dados ambientais propondo ações e medidas mitigadoras sempre que necessário, garantindo a aplicabilidade do desenvolvimento do programa.

Por estar em constante mudanças de configuração e frequência, o canteiro de obras sempre está sofrendo alterações nas condições de exposição, nas características de emissão entre outros aspectos. Portanto as estratégias de monitoramento adotadas devem se adequar a etapa de construção que o empreendimento estiver passando.

A metodologia a ser abordada para o monitoramento do controle de materiais particulados fica a critério do profissional técnico responsável pela gestão da obra, seguindo assim os limites para emissões de MP₁₀ e PTS pré-estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 491/2018 que dispõe sobre os padrões de qualidade do ar.

6.3. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO

Todos os funcionários da obra devem utilizar equipamentos de segurança e proteção nas suas atividades devendo ser fornecido pela empresa construtora, equipamentos tais como: luvas, máscaras, capacetes, botas, protetor auricular, óculos de proteção. Esses equipamentos devem ser utilizados em todas as etapas da obra para a proteção do operário quanto a sua exposição às atividades diárias. Também deve ter identificação de todos os equipamentos utilizados em obra pelo nome do operário.

Como incentivo para a utilização dos equipamentos de proteção, deverão ser colocadas placas na obra com sinalização quanto aos equipamentos de proteção como demonstra a Figura 6.

Figura 6. Sinalização interna fixada no canteiro de obras



Fonte: GOOGLE, 2019.

7. CONCLUSÃO

O controle e prevenção adequados podem minimizar em grande parte a quantidade de material particulado a ser emitido na atmosfera, sendo assim diminuindo os impactos ambientais gerados. Para que ocorra uma boa gestão durante a obra, faz-se necessário que as ações sejam tomadas desde o início de sua concepção até a conclusão do empreendimento, quando o canteiro de obras é desmobilizado e a edificação começa a operar.

O monitoramento é uma eficaz ferramenta de manutenção de condições favoráveis a prevenção da poluição atmosférica a partir do canteiro de obras, quando associado ao controle e prevenção, todos os parâmetros monitorados devem atender os aspectos legais.

É de grande importância que seja desenvolvida a comunicação, entre gestor e vizinhos da obra e entre as equipes internas, facilitando o compartilhamento de informações relativos aos programas ambientais desenvolvidos. A comunicação é essencial para efeitos de controle e prevenção no canteiro de obras.

REFERÊNCIAS

AIRES, Luiz. **Os perigos do material particulado. eCycle.** Disponível em <https://www.ecycle.com.br/1379-material-particulado>. Acesso em: 19 set. 2019.

ARAÚJO, Ingrid Priscylla Silva. **Metodologia para Medição de Emissão de Material Particulado em Canteiros de Obras.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) - Universidade Federal da Bahia, Salvador - Bahia, 2014. p. 180.

CONAMA. **Resolução nº 005, de 15 de junho de 1989.** Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR. [S. l.], 1989.

CONAMA. **Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018.** Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. [S. l.], 2018.

RAMBLA, Projetos de Infraestrutura. **Projeto de Movimentação de Terra.** Campinas - SP, 2019. Disponível em: <<https://www.ramblainfra.com.br/projeto-movimentacao-terra>>. Acesso em: 29 janeiro 2020.

RESENDE, Fernando. **Poluição Atmosférica por Emissão de Material Particulado: Avaliação e Controle nos Canteiros de Obras de Edifícios.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. p. 232.

SECRETARIA DOS PORTOS - SEP. **Monitoramento da Qualidade do Ar.** Belém - PA, 2019. Disponível em: <https://www.cdp.com.br/>. Acesso em: 25 mar. 2019