

EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA E CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS LOCAIS ASSOCIADOS AO CICLO DE VIDA DE UMA LINHA DE METRÔ:

ESTUDO DE CASO DA LINHA 5 – LILÁS DO METRÔ DE SÃO PAULO

Cacilda Bastos Pereira da Silva
Ramón Carollo Sarabia Neto
Walter Aparecido Aragão

23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária



Resumo

- Contexto
 - Implantação de linhas de metrô
 - Linha 5-lilás
 - Escopo do Estudo
 - Metodologia
 - ACV de empreendimentos
 - Fontes de emissão – linhas de metrô
 - Resultados
 - Emissões de GEE
 - Conclusões/Considerações
-



Contexto

- Alta Dependência por Energia.
- Setor de transporte: 32% das emissões de GEE (SP,2014).
(usar mais de uma linha se necessário)
- Transporte de passageiros: mais da metade deste total.
- Construção Civil (consumo de cimento e aço): 6,75% das emissões de GEE no Brasil (Observatório do Clima, 2014).
- Construção: poluição por Material Particulado.





Implantação de linhas de metrô

- Altos investimentos (\$)
- Obras e métodos construtivos com impacto expressivo:
 - (usar mais de uma linha se necessário)
 - Consumo de materiais e uso de equipamentos
 - Consumo de Energia
 - Impactos Ambientais
- Exigências de agentes financeiros.



Linha 5 – Lilás – Metrô de São Paulo

- **Trecho em implantação - Adolfo Pinheiro a Chácara Klabin**
 - 11,5 km de extensão
 - 11 estações
 - Subterrâneo (túneis duplos e singelos)
 - Método de escavação: NATM e TBM (*Shield*)
- **Linha 5 – Lilás – Campo Limpo a Chácara Klabin**
 - 19,9 km de extensão,
 - 17 estações,
 - 2 pátios de estacionamento e manutenção
 - 34 trens.



Escopo do Estudo – Linha 5 - Lilás

- Metodologia de Inventariamento de Emissões.
- Ferramenta de Modelagem de consumo de energia e emissões de GEE e CAL. (para manter uma linha se necessário)
- Análise de impactos associados ao ciclo de vida de uma linha de metrô – projeto, implantação e operação.





Análise do Ciclo de Vida de Empreendimentos

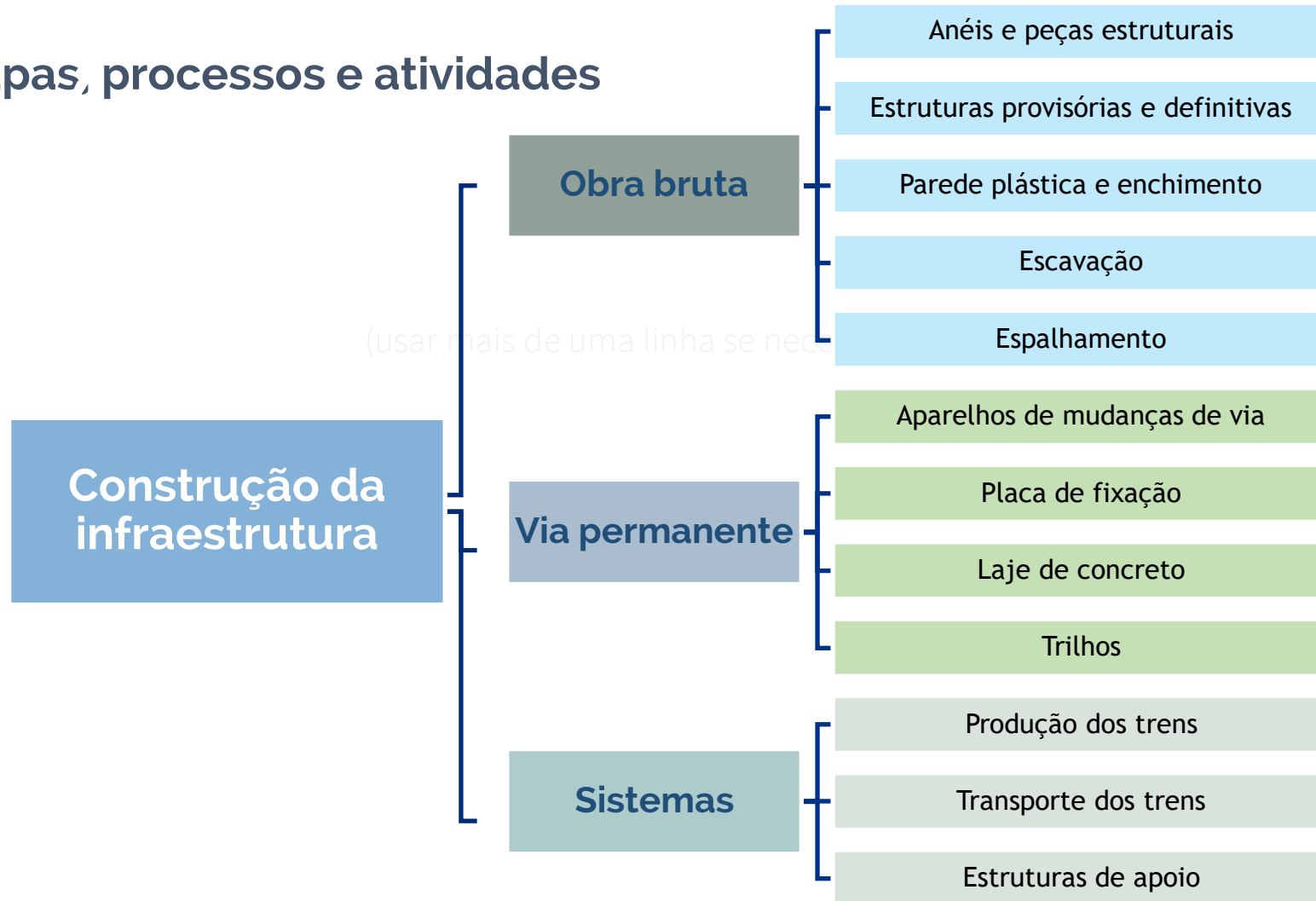


- Identifica o desempenho ambiental para cada estágio do ciclo de vida
- Perspectiva para implantação de ações que reduzam consumo e emissão
- Permite identificar gargalos ambientais (fase de concepção)
- Ações de redução de impactos podem ser incorporadas ao processo em desenvolvimento.



Ciclo de Vida – Linha de metrô

Etapas, processos e atividades



Fontes de Emissão - Linhas de metrô

Materiais

Aço

Concreto

Cimento

Ferro

Cobre

Vidro

Alumínio

Energia

Maquinário

Shield

Transporte

Trens



Resultados

Dados de Projeto: *ex-ante*

- Volume ou massa dos insumos previstos.
- Volume escavação por maquinário e por shield.
(usar mais de uma linha se necessário)
- Massa de itens das linhas e estações junto à composição material.
- Distância de transporte dos trens até a linha.



Resultados

- Dados de Projeto: emissões GEE por processo*

Processo	Emissão (mil tCO ₂ e)	%
Obra Bruta	317.221,75	94,4
Via Permanente	11.372,60	3,4
Sistemas	7.530,44	2,2
Total	336.124,80	100



Resultados

- Dados de Projeto: emissões de GEE por atividade*

Atividade	Emissão (mil tCO ₂ e)	%
Estruturas provisórias e definitivas	220,727	65,7
Anéis e peças estruturais	87,060	25,9
Parede plástica e enchimento	9,119	2,7
Laje de concreto	8,224	2,4
Outros	10,995	3,3
Total	336,125	100



Resultados

Dados de obras: ex-post

- Volume ou massa consumida de aço, cimento e concreto.
- Volume consumido de diesel no gerador e maquinário.
- Número de funcionários e dias de obra.
- Compra de energia da rede elétrica.
- Massa de resíduos sólidos.
- Volume de efluente.



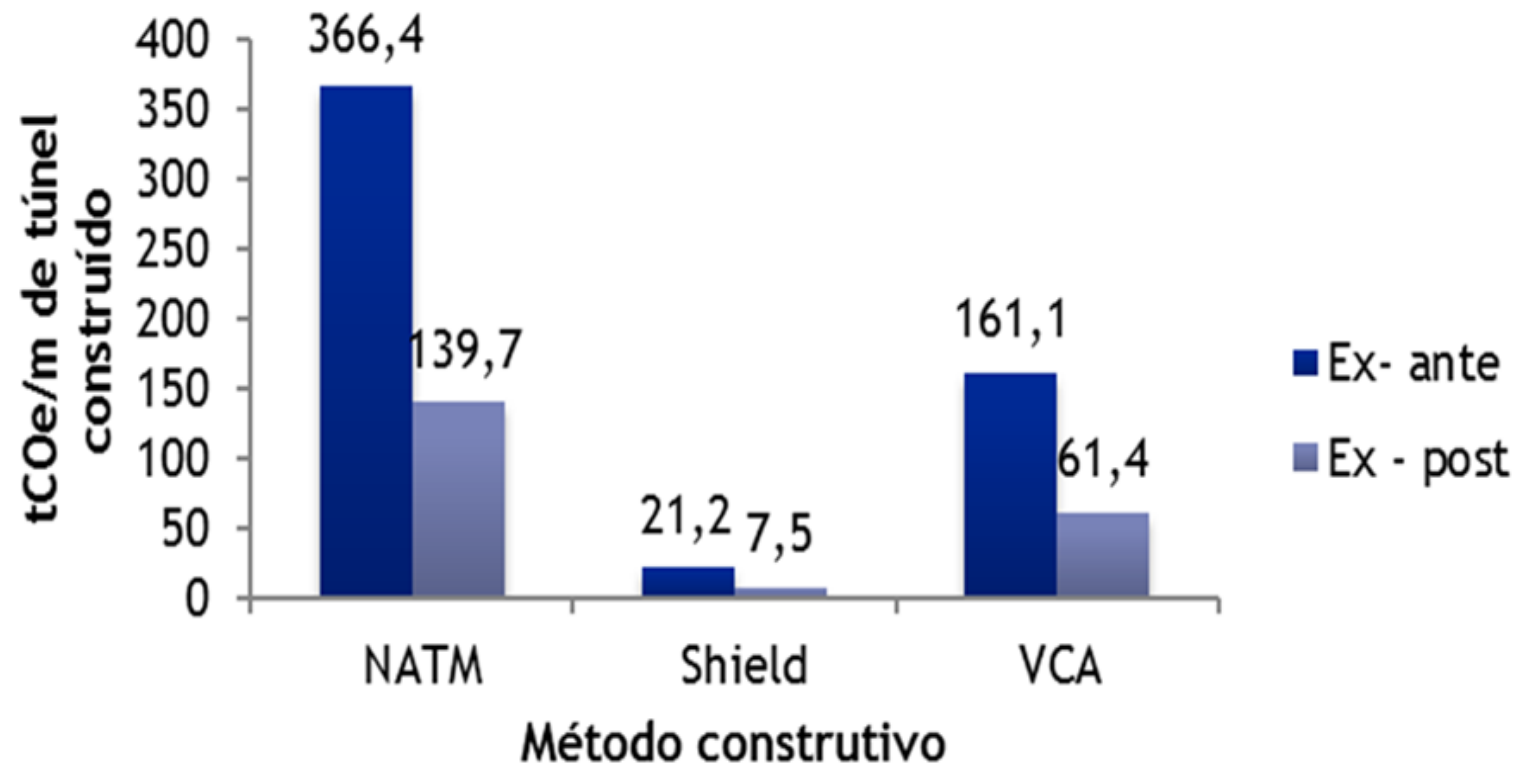
Resultados

- *Dados de obras: emissão GEE por processo*

Processo	Emissão (mil tCO ₂ e)	%
Insumos	166.326,53	73,7
Escavação	26.426,85	11,7
Tratamento de Resíduos e Efluentes	17.604,51	7,8
Operação	11.875,86	5,3
Transporte de colaboradores	3.333,12	1,5
Total	225.566,88	100



Emissões de GEE por método construtivo



Melhor desempenho climático quanto maior o trecho escavado.

Emissões de GEE por km de túnel construído

Linha 5-Lilás Metrô SP

337 mil tCO₂e

10,9 km

31 mil tCO₂e/km

Linha 4 Metrô RJ

683 mil tCO₂e

15 km

44 mil tCO₂e/km

Emissões de GEE por passageiro.kilômetro

6gCO₂e/p.km!

Emissões médias do metrô (2012/2016) são 18 vezes menores do que um automóvel à gasolina para transportar 1 passageiro pela distância de um quilômetro e 14 vezes menores do que as dos ônibus na cidade de São Paulo.

Fonte: Inventário de Emissões de GEE – Metrô de São Paulo, 2016.



Conclusões/Considerações

- Apesar dos resultados serem parciais - falta de dados, estudo realizado com obra ainda não concluída;
- Estudo complementa o Inventário de Emissões de GEE das atividades da operação, realizado pelo Metrô SP desde 2008.
- Trazendo o desempenho climático associado ao ciclo de vida de uma linha de metrô;
- Importante para a verificação de aspectos estratégicos para tomada de decisões no planejamento e projeto de linhas.



Conclusões/Considerações

- Monitoramento de emissões: identificar oportunidades de aprimoramento do desempenho climático na etapa de planejamento.
- Especificações técnicas: adequadas aos princípios da construção civil sustentável.
- Riscos e oportunidades: identificar e mitigar riscos regulatórios e possível cenário de precificação de carbono.



EMISSIONES DE GASES DE EFEITO ESTUFA E CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS LOCAIS ASSOCIADOS AO CICLO DE VIDA DE UMA LINHA DE METRÔ:

ESTUDO DE CASO DA LINHA 5 – LILÁS DO METRÔ DE SÃO PAULO

Cacilda Bastos Pereira da Silva
Ramón Carollo Sarabia Neto
Walter Aparecido Aragão

23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária

