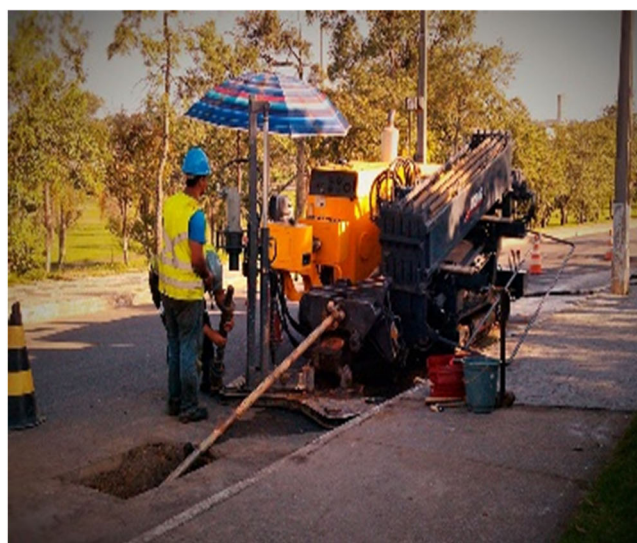




**Associação Brasileira de Tubos Poliolefínicos e Sistemas  
ABPE**

**Associação Brasileira de Tecnologia Não Destrutiva  
ABRATT**

**Custos Intangíveis para o Comparativo entre Execução  
de Redes por Método Não Destrutivo  
e Vala a Céu Aberto**



**SUE18EV-SB019DO001R0**

**VOLUME 1**

São Paulo/SP – Junho de 2019



## SUMÁRIO

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. APRESENTAÇÃO .....</b>                                | <b>3</b>  |
| <b>2. OBJETIVO .....</b>                                    | <b>4</b>  |
| <b>3. CRITÉRIOS DE PROJETO.....</b>                         | <b>5</b>  |
| 3.1 MÉTODOS CONSTRUTIVOS ADOTADOS .....                     | 5         |
| 3.2 CUSTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS .....                     | 6         |
| 3.3 EMISSÃO DE GASES EM RELAÇÃO A VELOCIDADE.....           | 6         |
| 3.4 PERDA DE PRODUTIVIDADE DEVIDO AO RUÍDO E VIBRAÇÃO ..... | 11        |
| 3.5 CUSTO DEVIDO A POEIRA E CONTROLE DE RESÍDUOS .....      | 12        |
| 3.6 CUSTO OPERACIONAIS DOS VEÍCULOS .....                   | 12        |
| 3.7 CUSTOS DEVIDO A ATRASOS .....                           | 14        |
| 3.8 PERDA DO FATURAMENTO DOS ESTABELECIMENTOS .....         | 14        |
| <b>4. RESULTADOS OBTIDOS .....</b>                          | <b>16</b> |
| 4.1 CUSTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS .....                     | 16        |
| 4.2 EMISSÃO DE GASES EM RELAÇÃO A VELOCIDADE.....           | 16        |
| 4.3 PERDA DE PRODUTIVIDADE DEVIDO O BARULHO E VIBRAÇÃO..... | 18        |
| 4.4 CUSTOS DEVIDOS A POEIRA E CONTROLE DE RESÍDUOS .....    | 19        |
| 4.5 CUSTO OPERACIONAIS DOS VEÍCULOS .....                   | 19        |
| 4.6 CUSTOS DEVIDO A ATRASOS .....                           | 20        |
| 4.7 PERDA DO FATURAMENTO DOS ESTABELECIMENTOS .....         | 21        |
| <b>5. ANÁLISE DE RESULTADOS.....</b>                        | <b>23</b> |
| <b>6. CONCLUSÃO .....</b>                                   | <b>26</b> |
| <b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                   | <b>27</b> |



## **1. APRESENTAÇÃO**

O presente relatório é parte integrante da Consultoria Técnica para Estudo dos Custos Intangíveis para o comparativo entre execução de redes por Método Não Destrutivo e Vala a Céu Aberto, com base em projeto fictício localizado no município de São Paulo, Estado de São Paulo.

Este trabalho tem por base o contrato de prestação de serviço entre as associações **ABPE**, **ABRATT** e a empresa **Sistemas Urbanos Engenharia**.



## 2. OBJETIVO

O objetivo deste relatório é apresentar o resumo detalhado dos resultados obtidos no Estudo dos Custos Intangíveis.

O relatório é organizado da seguinte forma:

- **Crítérios de Projeto** – apresenta a configuração final adotada ao estudo, com resumo das principais características dos componentes considerados no sistema projetado;
- **Resultados Obtidos** – Apresentam os resultados e valores obtidos de cada item considerado neste estudo; e
- **Conclusão** – apresenta o resultado com a finalização do estudo comparativo.

No **Volume 2** anexo a este relatório, são apresentados os seguintes materiais:

- **Resumo de preços** – O resumo de preço gerado por cada obra está demonstrado no estudo “*Comparativos de Custos para Métodos Não Destrutivos por Perfuração Horizontal Direcional (HDD) e Pipe Bursting para Sistemas de Infraestrutura Hidráulica com Vala a Céu Aberto*”, somado aos custos intangíveis aqui apresentados.
- **Gráficos** – Na mesma premissa do item resumo de preços, serão apresentados os o gráfico dos custos tangíveis somado os custos intangíveis, que são apresentados neste relatório.



### **3. CRITÉRIOS DE PROJETO**

Neste item, serão apresentados os critérios adotados para a monetarização dos custos intangíveis, levados em consideração para que os resultados obtidos fossem relevantes no comparativo.

A Sistemas Urbanos para compreensão e busca de dados e elementos para balizar este trabalho realizou diversas pesquisas e reuniões, muito em função da esparsa e pouca detalhada literatura a respeito. Neste sentido, foram realizadas entrevista como profissionais da SABESP – Unidade de Negócio Leste com discussão sobre dificuldades das obras; com docente da USP sobre emissões de gases e congestionamentos; CET – Centro sobre emissões de gases, congestionamentos e formação de filas; CET – Pinheiros sobre as necessidades de execução de MND para fluidez do trânsito e bibliografias; COMGÁS sobre discussão sobre dificuldades das obras; e empresa executora de HDD sobre as necessidades para execução, escolha do método, interferências de redes, e incômodos gerados.

#### **3.1 MÉTODOS CONSTRUTIVOS ADOTADOS**

Para monetarização dos custo intangíveis, dois métodos de execução de obras foram adotados neste estudo, e desta forma fosse possível mensurar o quanto a escolha do método pode influenciar nos custos considerados intangíveis, que são aqueles de difícil mensuração e que não são considerados nos custos das obras. As metodologias escolhidas foram:

- Métodos Não Destrutivos – MND - são metodologias de execução de obras, tanto para linhas novas como para linhas em recuperação, muito recorrentes e que minimizam em especial as atividades de movimentação de solo.
- Vala a Céu Aberto – VCA - é o método tradicional utilizado para construção, substituição e reparo de tubulações subterrâneas, na qual envolve escavação de uma vala ao longo de toda a extensão da rede proposta.

Os custos intangíveis são somados aos custos tangíveis totalizando assim os custos de diretos da execução, e os custos à sociedade pela presença da obra, ou seja, os custos “incomodo” à sociedade.



Para computação dos custos tangíveis foram considerados os valores apresentados nos estudos de “*Comparativo dos Métodos Não Destrutivos por Perfuração Horizontal Direcional (HDD) e Pipe Bursting para Implantação de linha de tubulação em comparação ao método executado em Vala a Céu Aberto, utilizando a tubulação em PEAD.*”

### **3.2 CUSTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS**

Os custos dos impactos ambientais de obra de infraestrutura em área urbana podem ser inúmeros, e dependem das particularidades de cada local e características do sistema a ser implantado. Neste estudo foram considerando três impactos que seguem:

- ✓ emissão de gases emitidos por veículos;
- ✓ perda de produtividade devido a ruído e vibração gerado em frente ao imóvel; e
- ✓ custo devido a poeira e controle de resíduos.

Para os custos ambientais foram considerados os veículos externos à obra, ou seja, veículos que estarão retidos em congestionamento dado o estrangulamento da via, assim, não foram agregados os valores e impactos de ruídos e gases gerados pelos veículos e máquinas utilizadas na execução das obras, essa condição se deu em função da falta de dados efetivos dos veículos e máquinas de execução, e que em um segundo momento de estudo, são parâmetros que devem ser levantados, onde deverá ser considerado inclusive a possibilidade de medição de intensidade dos ruídos.

### **3.3 EMISSÃO DE GASES EM RELAÇÃO A VELOCIDADE**

Para a determinação das emissões de gases dos veículos em relação a velocidade, foi utilizado como base o estudo realizado pela ANTP, que apresenta a quantificação dos impactos dos congestionamentos. Onde demonstram os coeficientes de emissão de poluentes por veículos automotores que variam em função das condições dos veículos e dos combustíveis.

Neste trabalho foi restrito a consideração da emissão de gases à veículo de passeio e veículo de transporte coletivo, essa restrição se deu em função da falta de dados efetivos sobre os outros tipos de automotores, ficando também para o aperfeiçoamento do estudo



a inclusão de outras alternativas como veículos urbano de carga (VUC) e motos por exemplo.

O estudo considerou a emissão de quatro tipos de gases em função da distância percorrida e da velocidade do veículo:

- hidrocarbonetos (Hc),
- monóxido de carbono (CO),
- óxido de nitrogênio (NOx), e
- materiais particulados (MP).

A seguir é apresentado a **Tabela 1** com a emissão dos gases por quilometro percorrido em relação a velocidade para carros.

**Tabela 1 : Emissão de gases em relação a velocidade para carros**

| <b>EMISSAO DE GASES EM RELAÇÃO A VELOCIDADE – CARROS</b> |                  |                  |                   |
|----------------------------------------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| <b>Velocidade (km/h)</b>                                 | <b>HC (g/km)</b> | <b>CO (g/km)</b> | <b>NOx (g/km)</b> |
| <b>2</b>                                                 | 30,96            | 363,1            | 1,03              |
| <b>5</b>                                                 | 12,22            | 145,0            | 1,03              |
| <b>10</b>                                                | 5,97             | 72,4             | 1,04              |
| <b>20</b>                                                | 2,84             | 36,4             | 1,06              |
| <b>30</b>                                                | 1,80             | 25,0             | 1,10              |
| <b>40</b>                                                | 1,28             | 19,9             | 1,15              |
| <b>50</b>                                                | 0,97             | 17,4             | 1,22              |
| <b>60</b>                                                | 0,76             | 16,5             | 1,30              |
| <b>70</b>                                                | 0,61             | 16,5             | 1,40              |
| <b>80</b>                                                | 0,50             | 17,2             | 1,51              |

Gráfico 1 apresenta a emissão de hidrocarbonetos (HC) e foi determinado através da fórmula:

$$HC \left( \frac{g}{km} \right) = \frac{-0,28 + 62,48}{V}$$

O Gráfico 2 apresenta a emissão de monóxido de carbono (CO) e foi determinado através da fórmula:

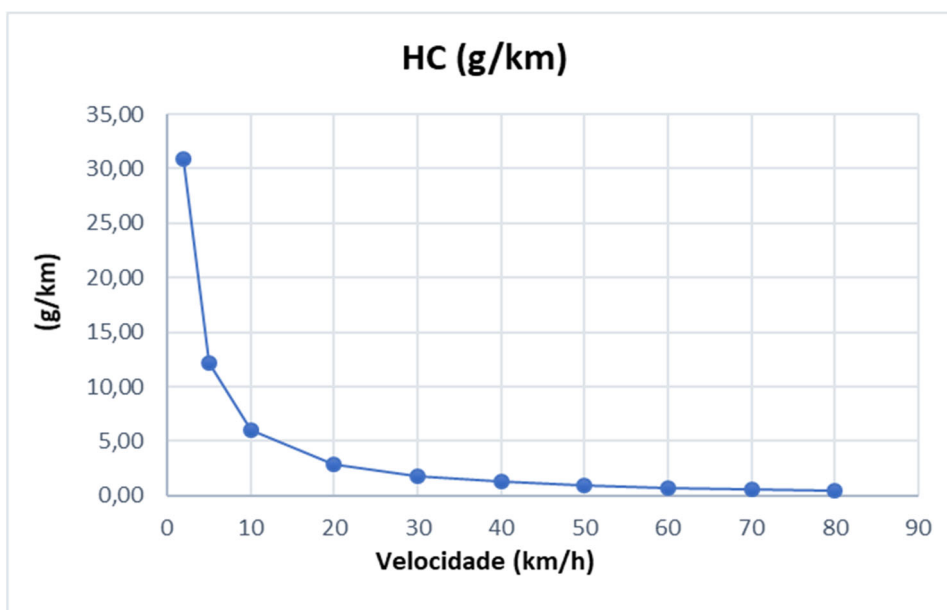
$$CO \left( \frac{g}{km} \right) = -0,45 + \frac{727}{V} + 1,34 * 10^{-3} * V^2$$



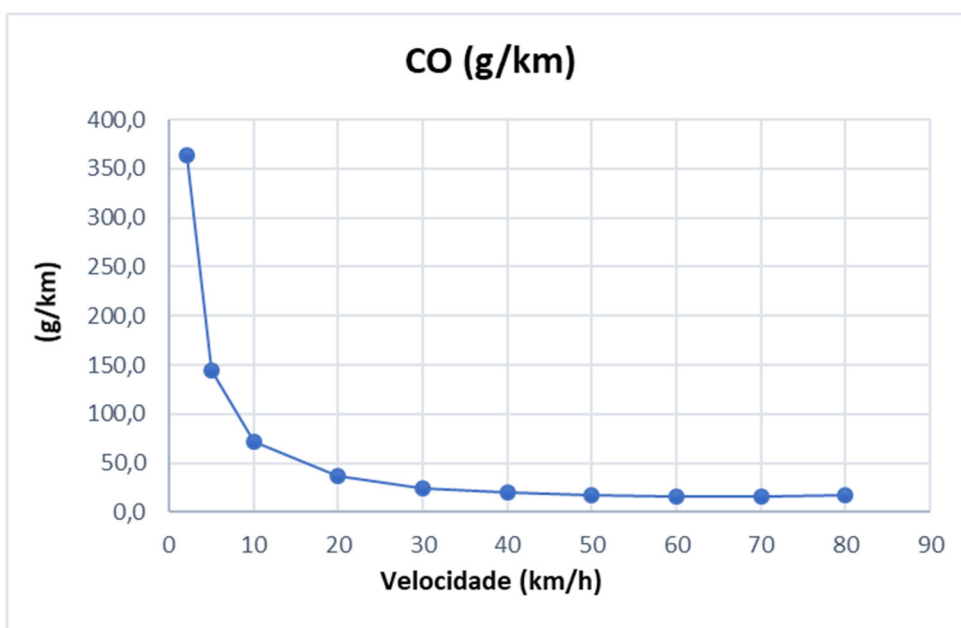
O Gráfico 3 apresenta a emissão de óxido de nitrogênio e foi determinado através da fórmula:

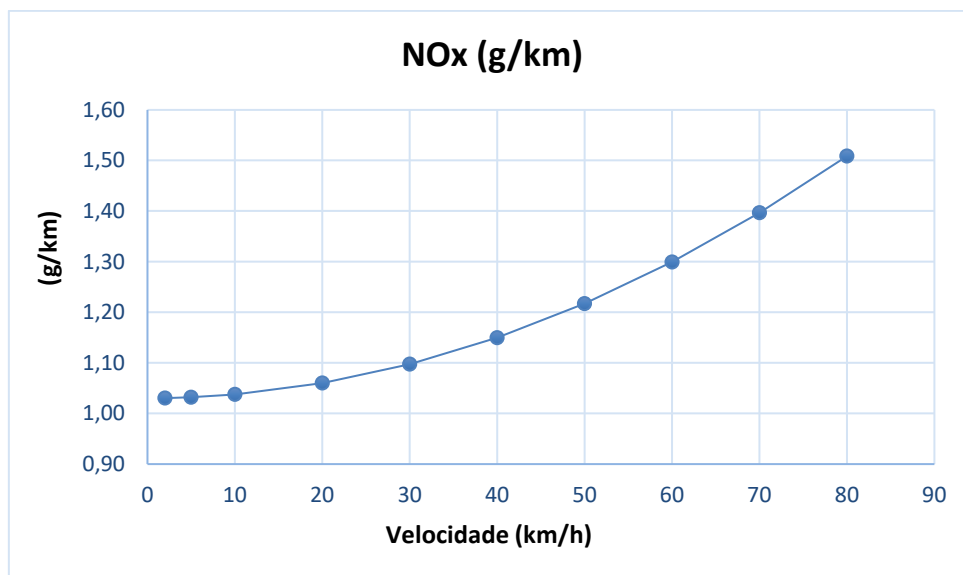
$$NOx \left( \frac{g}{km} \right) = 1,03 + 7,477 * 10^{-5} * V^2$$

**Gráfico 1: Emissão de hidrocarbonetos x velocidade**



**Gráfico 2: Emissão de monóxido de carbono x velocidade**



**Gráfico 3: Emissão de óxido de nitrogênio x velocidade**

A seguir será apresentado a Tabela 2 com a emissão dos gases por quilometro percorrido em relação a velocidade para ônibus.

**Tabela 2: Emissão de gases em relação a velocidade para ônibus**

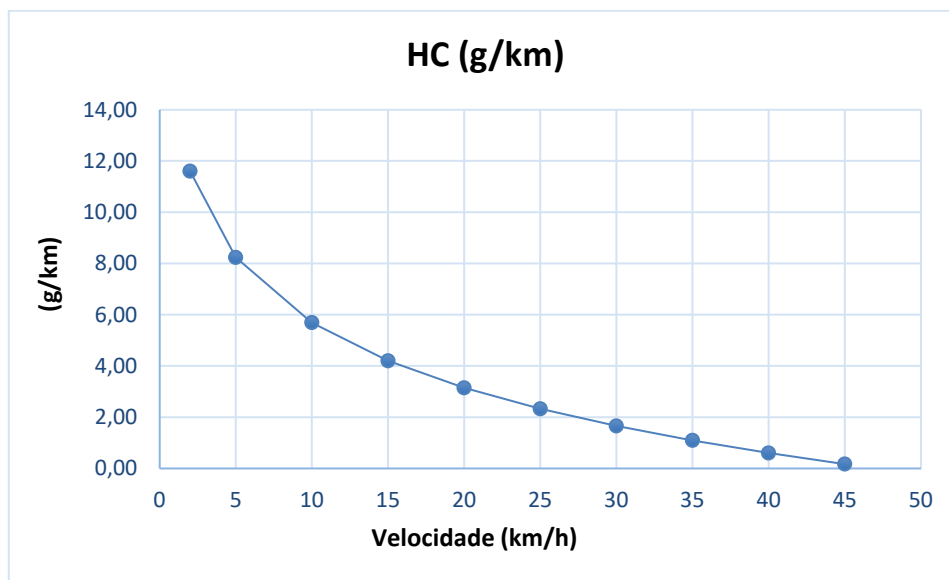
| EMISSION DE GASES EM RELAÇÃO A VELOCIDADE - ONIBUS |           |           |            |           |
|----------------------------------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| Velocidade (km/h)                                  | HC (g/km) | CO (g/km) | NOx (g/km) | MP (g/km) |
| 2                                                  | 11,60     | 37,12     | 32,73      | 1,52      |
| 5                                                  | 8,23      | 28,89     | 26,81      | 1,22      |
| 10                                                 | 5,69      | 22,66     | 22,34      | 1,00      |
| 15                                                 | 4,20      | 19,02     | 19,72      | 0,87      |
| 20                                                 | 3,15      | 16,44     | 17,86      | 0,78      |
| 25                                                 | 2,33      | 14,43     | 16,42      | 0,71      |
| 30                                                 | 1,66      | 12,80     | 15,24      | 0,65      |
| 35                                                 | 1,09      | 11,41     | 14,24      | 0,60      |
| 40                                                 | 0,60      | 10,21     | 13,38      | 0,56      |
| 45                                                 | 0,17      | 9,16      | 12,62      | 0,52      |

O Gráfico 4 apresenta a emissão de hidrocarbonetos (HC) e foi determinado através da fórmula:

$$HC \left( \frac{g}{km} \right) = 14,14 - 3,67 \ln V$$



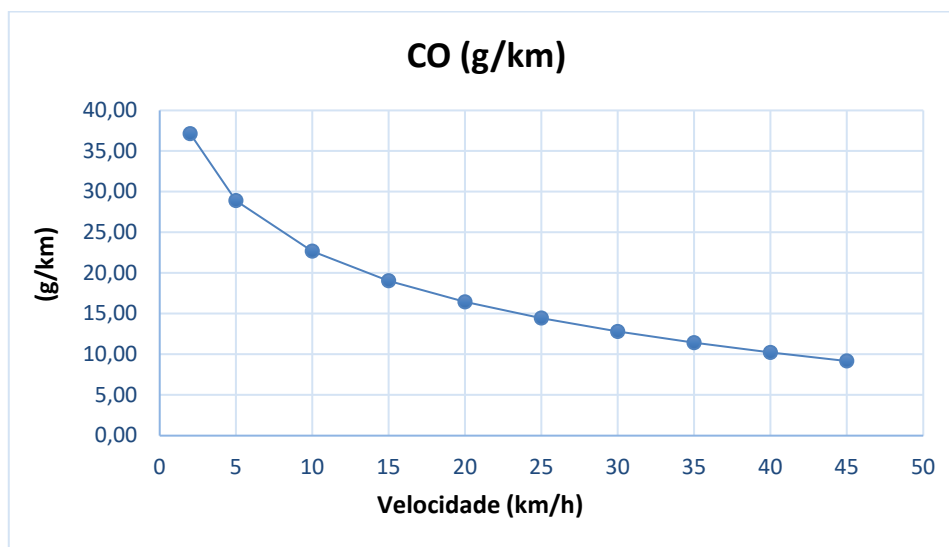
**Gráfico 4: Emissão de hidrocarbonetos x velocidade**



O Gráfico 5 apresenta a emissão de monóxido de carbono (CO) e foi determinado através da fórmula:

$$CO \left( \frac{g}{km} \right) = 43,64 - 8,98 \ln V$$

**Gráfico 5: Emissão de monóxido de carbono x velocidade**

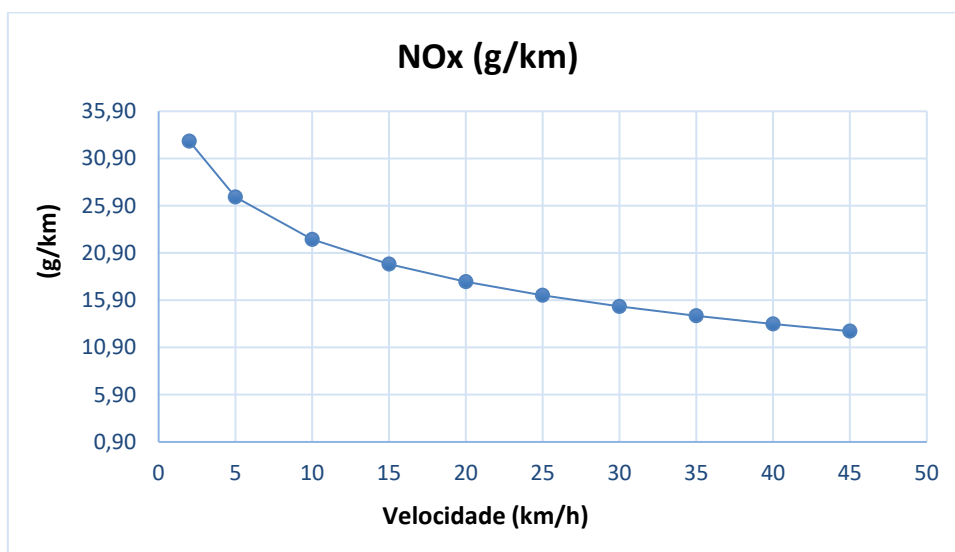


O Gráfico 6 apresenta a emissão de óxido de nitrogênio e foi determinado através da fórmula:

$$NOx \left( \frac{g}{km} \right) = 37,21 - 6,46 \ln V$$



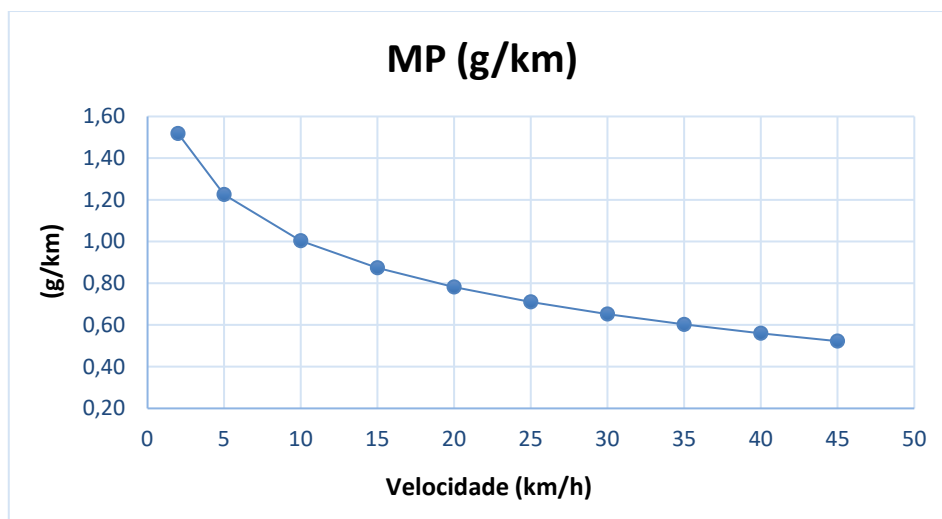
**Gráfico 6: Emissão de óxido de nitrogênio x velocidade**



O Gráfico 7 apresenta a emissão de material particulado e foi determinado através da fórmula:

$$MP \left( \frac{g}{km} \right) = 1,74 - 0,32 \ln V$$

**Gráfico 7: Emissão de material particulado x velocidade**



### 3.4 PERDA DE PRODUTIVIDADE DEVIDO AO RUÍDO E VIBRAÇÃO

Apesar de ser um item com dificuldade de mensuração, os benefícios monetários gerados pela redução dos ruídos pode ser estimado pela seguinte fórmula:



$$PP = tp * Np * Vh * tc$$

Onde:

tp (h/d): tempo médio perdido no dia;

Np: número de pessoas;

Vh (R\$): valor da hora da pessoa e

tc (h): duração da obra defronte ao imóvel.

### **3.5 CUSTO DEVIDO A POEIRA E CONTROLE DE RESÍDUOS**

Também de mensuração difícil, a fórmula abaixo busca monetizar a geração de poeira, defronte a cada imóvel.

$$CP = tal * Vl * Nu * tc + CML$$

tal (h/d): tempo adicional gasto com limpeza;

VL (R\$): valor da hora paga em limpeza;

Nu: número de unidades afetadas;

tc (d): duração da obra defronte ao imóvel e

CML (R\$): custo com material de limpeza.

### **3.6 CUSTO OPERACIONAIS DOS VEÍCULOS**

Outro item considerado neste estudo foi o custo operacional dos veículos, para a determinação destes custo tomou-se como base o estudo elaborado por Dezotti (2008), os cálculos foram baseados no automóvel e na moto mais vendida no Brasil e na frota de ônibus da cidade de São Paulo/SP, assim, temos:

- Automóvel: GM Onix;
- Moto: Honda CG 150; e
- Ônibus: Modelo Básico / Padrão.



O custo operacionais dos veículos é determinado através da fórmula apresentada a seguir.

$$CO = CC + CP + Cl + CM + CLg$$

Onde:

**a) Custo com combustível (CC)**

$$CC = Cc * Pc$$

Cc (L): quantidade total de combustível consumida pelos veículos, e

Pc (R\$/L): valor econômico do combustível.

**b) Custo com pneus (CP)**

$$CP = (Np * Pp) / Dp$$

Np: número de pneus;

Pp (R\$): preço do pneus; e

Dp (km): durabilidade média do pneus.

**c) Custo com óleo lubrificantes (CL)**

$$CL = (Qo * Po) / It$$

Qo (L): quantidade de óleo gasto na troca e remonte;

Po (R\$): preço do litro do óleo lubrificante; e

It (km): intervalo entre trocas.

**d) Custo com manutenção (CM)**

$$CM = (P * Pv) / Qm$$

P (%): percentagem sobre o valor do veículo novo;

Pv (R\$): preço médio do veículo novo; e

Qm (km): quilometragem média mensal.

**e) Custo lavagens e graxas (CLg)**

$$CLg = (NL * PL) / Qm$$

NL: número de lavagens no mês;

PL (R\$): valor médio da lavagem completa; e



Qm (km): quilometragem média mensal.

### 3.7 CUSTOS DEVIDO A ATRASOS

Os custo devido a atrasos, é o custo adicional gasto nas viagem devido aos congestionamentos, denominado de “atraso” pois é o tempo “perdido” pela população ao longo do dia em função da obra, foi determinado conforme a seguinte fórmula:

$$CA = At * CT$$

Onde:

CA: Custo de atrasos;

At: tempo gasto no congestionamento, e

CT: custo do tempo gasto no congestionamento.

O custo do tempo gasto no congestionamento, foi determinado conforme a seguinte fórmula:

$$CT = \frac{(RSM * ES * FA * HP)}{NH}$$

Onde:

RSM: renda média dos habitantes da cidade;

ES: encargos sociais;

FA: possibilidade de uso alternativo em quantidade útil de tempo;

HP: percentual do uso produtivo do tempo; e

NH: número de horas de trabalho por mês.

### 3.8 PERDA DO FATURAMENTO DOS ESTABELECIMENTOS

A perda no faturamentos dos estabelecimentos é um item de grande relevância, pois devido a obras realizadas defronte a áreas comerciais a população pode se sentir impedida de acessar o serviço, ou mesmo tende a evitar o estabelecimento em função, por exemplo, de possível sujidade ou excesso de ruídos, podendo em alguns casos determinados



estabelecimentos permanecerem fechados por alguns dias, resultando em redução do faturamento durante o período da obra.

Para este estudo foram considerados os seguintes estabelecimentos:

- Lanchonete;
- Hotel (tipo executivo);
- Restaurante (tipo serviço por pesagem – “quilo”);
- Estacionamento (parada por hora / diária); e
- Casa Lotérica.

Estes estabelecimentos foram escolhidos por serem de presença comum em que qualquer região das cidades, e em qualquer cidade brasileira. Para valorar o impacto da obra sobre o faturamento, temos a necessidade de conhecer qual o faturamento mensal/diário de qualquer atividade, para tanto foram realizadas pesquisas junto a entidades que representam vários setores como sindicatos patronais, CIESP e FIESP, mas com resultados vagos e imprecisos, ou mesmo negativas, assim, a alternativa foi de pesquisa direta com as empresas por entrevistas.

Os valores de faturamento foram considerados em dias úteis de operação, e ainda a paralização das atividades em 20% quando as obras fossem em MND, e 50% das atividades quando as obras realizadas em VCA, essa consideração em função dos impactos do tempo que valas permanecessem abertas e a própria extensão das mesmas frente a extensão da testada de cada estabelecimento.

Como todo o estudo parte do princípio de comprimento de frente de trabalho, que entendesse realizado no período de um dia, esses estabelecimentos comerciais foram considerados como presentes ao longo de toda a obras, ou seja, os 1.000 metros de extensão, e os impactos distribuídos de forma proporcional à frente de trabalho.

Para a extensão total foram alocados as seguintes quantidades de estabelecimentos baseada em verificações e pesquisas em alguns bairros da cidade de São Paulo, sendo:

- Lanchonete – cinco unidades;
- Hotel (tipo executivo) – uma unidade;
- Restaurante (tipo serviço por pesagem – “quilo”) – quatro unidades;
- Estacionamento (parada por hora / diária) – três unidades; e
- Unidade 0 Lotérica – duas unidades.



## **4. RESULTADOS OBTIDOS**

Neste item serão apresentados os custos obtidos de cada item citado a cima.

### **4.1 CUSTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS**

Conforme apresentado anteriormente, foram considerados três itens para compor o Custo dos Impactos Ambientais. Nestes itens a escolha do método de execução gera custos distintos para cada um deles em função das extensões de aberturas de valas muito dispares, e em função do impacto ao trânsito de veículos.

### **4.2 EMISSÃO DE GASES EM RELAÇÃO A VELOCIDADE**

A determinação dos gases em relação a velocidade foi considerado na amostragem a quantidade total de sete veículos por ciclos, e 80 ciclos por dia, ou seja, total de 560 veículos por dia sendo impactos pela obra em seu período de operação.

A Tabela 3 apresenta a quantidade de veículos considerados para o estudo.

**Tabela 3: Quantiade de veículos considerados para o estudo**

| <b>Veículos</b> | <b>Quantidade de Veículos por Ciclo</b> |
|-----------------|-----------------------------------------|
| Carros          | 6                                       |
| Ônibus          | 1                                       |
| <b>Total</b>    | <b>7</b>                                |

A velocidade dos veículos ao circularem ao longo do trecho em obra sendo executada em vala a céu aberto é menor que a velocidade desenvolvida ao longo do trecho sendo executado em método não destrutivos, essa situação ocorre pois na segunda condição não há presença de tapumes ou telas de proteção que têm a função de barreiras sinalizadoras da obra para o trânsito, e a não presença destes elemento favorecem que o motorista se sinta mais seguro para desenvolver maior velocidade, ou seja, por outro lado, a presença destes elemento de obra, são inibidores de velocidade.

**Comparativos de MND e VCA com Custos Intangíveis – ABPE e ABRATT**

Face ao desenvolvimento de maior velocidade, os custos totais da emissões dos gases são diferente, o congestionamento gerado (fila de veículos) antes do início da obra, e a extensão ao longo da obra são consideradas as mesma para os dois métodos, de forma a ter as mesmas bases de cálculos.

A Tabela 4 apresenta dados referentes ao congestionamento, velocidades e extensões da obra e do congestionamento.

**Tabela 4: Dados Referentes a Congestionamento**

|                                         |              |
|-----------------------------------------|--------------|
| Velocidade - trecho de congestionamento | 2,00 (km/h)  |
| Velocidade - trecho de obra em VCA      | 5,00 (km/h)  |
| Velocidade - trecho de obra em MND      | 10,00 (km/h) |
| Extensão do trecho de obra              | 60,00 (m)    |
| Extensão do trecho de congestionamento  | 100,00 (m)   |
| Número de ciclos/dia                    | 80           |

A Tabela 4 e a Tabela 6 apresentam os custos obtidos da emissão dos gases em função da distância percorrida e velocidade do veículo em relação ao método de execução de obra.

**Tabela 5: Custo da emissão de gases em função da distância percorrida e da velocidade do veículo – Obra executada em VCA**

| <b>GASES</b>                  | <b>CARRO</b>     | <b>ÔNIBUS</b> |
|-------------------------------|------------------|---------------|
| HC - 2 km/h                   | R\$ 3,73650      | R\$ 0,233253  |
| HC - 5 km/h                   | R\$ 0,88459      | R\$ 0,099367  |
| CO - 2 km/h                   | R\$ 7,30274      | R\$ 0,124428  |
| CO - 5 km/h                   | R\$ 1,74978      | R\$ 0,058106  |
| NOx - 2 km/h                  | R\$ 0,12216      | R\$ 0,020361  |
| NOx - 5 km/h                  | R\$ 0,07341      | R\$ 0,012235  |
| MP - 2 km/h                   | -                | R\$ 0,024377  |
| MP - 5 km/h                   | -                | R\$ 0,011801  |
| TOTAL                         | R\$ 13,80        | R\$ 0,57      |
| <b>TOTAL - Carro + Ônibus</b> | <b>R\$ 14,37</b> |               |

**Tabela 6: Custo da emissão de gases em função da distância percorrida e da velocidade do veículo – Obra executada em MND**

| <b>GASES</b>                  | <b>CARRO</b>     | <b>ÔNIBUS</b>   |
|-------------------------------|------------------|-----------------|
| HC - 2 km/h                   | R\$ 3,73650      | R\$ 0,233253    |
| HC - 10 km/h                  | R\$ 0,43216      | R\$ 0,068666    |
| CO - 2 km/h                   | R\$ 7,30274      | R\$ 0,124428    |
| CO - 10 km/h                  | R\$ 0,87359      | R\$ 0,045585    |
| NOx - 2 km/h                  | R\$ 0,12216      | R\$ 0,020361    |
| NOx - 10 km/h                 | R\$ 0,07381      | R\$ 0,012301    |
| MP - 2 km/h                   | -                | R\$ 0,024377    |
| MP - 10 km/h                  | -                | R\$ 0,009664    |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>R\$ 12,47</b> | <b>R\$ 0,53</b> |
| <b>TOTAL - Carro + Ônibus</b> | <b>R\$ 13,00</b> |                 |

#### **4.3 PERDA DE PRODUTIVIDADE DEVIDO O BARULHO E VIBRAÇÃO**

Para a determinação do custo desse item foram consideradas as quantificações de estabelecimentos comerciais já descritos acima, e associado ao número de edificações residenciais, tanto unifamiliar como multifamiliar, e ainda o número de pessoas que permaneceriam ao longo do dia, horário comercial, nestes imóveis, adotando a taxa de 20% de permanência nas residências, conforme apresentado na Tabela 7:

**Tabela 7 : Tipo de imóvel e quantidade de pessoas**

| <b>Tipo de imóvel</b> | <b>Nº de pessoas por imóvel</b> | <b>Nº de imóveis</b> | <b>Quant. total de pessoas</b> |
|-----------------------|---------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| Lanchonete            | 4                               | 5                    | 20                             |
| Hotel                 | 15                              | 1                    | 15                             |
| Lotérica              | 5                               | 2                    | 10                             |
| Restaurante           | 4                               | 4                    | 16                             |
| Casa residenciais     | 4                               | 40                   | 160                            |
| Estacionamento        | 2                               | 3                    | 6                              |
| Ed. Residencial (*)   | 32                              | 10                   | 320                            |
| <b>Total</b>          |                                 | <b>65</b>            | <b>547</b>                     |

(\*) Ed. Residencial com 10 andares - 4 apart. por andar - 2 quartos por apart. - 4 pessoas por apartamento.

O tempo de duração da obra e o tempo médio perdido no dia em função do barulho e vibração está diretamente relacionado a escolha do método de execução. A Tabela 8 mostra o custo em relação a perda de produtividade devido ao barulho e vibração

**Tabela 8: Perda de produtividade devido a barulho e vibração**

| <b>PERDA DE PRODUTIVIDADE DEVIDO O BARULHO E VIBRAÇÃO</b> |                       |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------|
| Obra executada em VCA                                     | Obra executada em MND |
| R\$ 81,24 (R\$*pessoa)                                    | R\$ 6,09(R\$*pessoa)  |
| R\$ 41,72 / metro                                         | R\$ 3,13 /metro       |

#### **4.4 CUSTOS DEVIDOS A POEIRA E CONTROLE DE RESÍDUOS**

Para a determinação dos custos desse item foram consideradas as gerações de poeiras em função das operações de execução da obra, com escavações e aterros, com os custos da limpeza e material para esse serviço.

A Tabela 9 apresenta o custo devido a poeira e controle de resíduos

**Tabela 9: Custo devido a poeira e controle de resíduos**

| <b>CUSTO DEVIDO A POEIRA E CONTROLE DE RESÍDUOS</b> |                       |
|-----------------------------------------------------|-----------------------|
| Obra executada em VCA                               | Obra executada em MND |
| R\$ 0,80 / metro                                    | R\$ 0,41 / metro      |

#### **4.5 CUSTO OPERACIONAIS DOS VEÍCULOS**

Os custos operacionais dos veículos é item que não sofre alteração nos valores em relação a escolha do método de execução de obra da forma que se apresentam as formulações, entretanto para obras com maiores extensões poderá ser verificado neste item o consumo de combustível em função da velocidade desenvolvida, já que para os valores trabalhados neste escopo, as variações são muito pouco significativas.

Para monetarização dos custos operacionais dos veículos foram feitas pesquisas para determinar os valores médios de todos os itens solicitados conforme apresentado anteriormente, a partir dessas considerações obtivemos o seguintes custos conforme apresentado na Tabela 10.

**Tabela 10: Custo operacionais dos veículos**

| Categoria    | Custo Operacional |                                             |
|--------------|-------------------|---------------------------------------------|
|              | R\$/100 m         | R\$ p/ 80 ciclos*dia<br>(para 60 m de obra) |
| Carro (Onix) | R\$ 0,44          | R\$ 0,59                                    |
| Moto (CG)    | R\$ 0,06          | R\$ 0,08                                    |
| Ônibus       | R\$ 0,11          | R\$ 0,14                                    |
| <b>TOTAL</b> | <b>R\$ 0,61</b>   | <b>R\$ 0,81</b>                             |

#### 4.6 CUSTOS DEVIDO A ATRASOS

Para determinação do tempo gasto no congestionamento (At) considerou-se o tráfego diário e o congestionamento gerado no trecho de obra com frente de trabalho de 60 metros em via arterial e congestionamento de 100 metros na aproximação do trecho, e a quantidade de veículos e pessoas conforme apresentado na Tabela 11.

**Tabela 11: Quantidade de veículos considerados no estudo**

| Veículos     | Quantidade de Veículos/ciclo | Nº de pessoas |
|--------------|------------------------------|---------------|
| Carros       | 6                            | 8             |
| Motos        | 3                            | 4             |
| Ônibus       | 1                            | 75            |
| <b>Total</b> | <b>10</b>                    | <b>87</b>     |

A velocidade do veículo considerada ao longo do trecho da obra é diferente em relação ao método construtivo, MND ou VCA, fazendo com que o custo dos atrasos sejam diferentes, a Tabela 12 apresenta as considerações usadas para dimensionar esse item:

**Tabela 12: Considerações para determinação do custo em relação aos atrasos**

|                                          |        |      |
|------------------------------------------|--------|------|
| Velocidade no trecho de congestionamento | 2,00   | km/h |
| Velocidade no trecho de obra em VCA      | 5,00   | km/h |
| Velocidade no trecho de obra em MND      | 10,00  | km/h |
| Trecho de obra                           | 60,00  | (m)  |
| Trecho de congestionamento               | 100,00 | (m)  |
| Horas de trabalho (execução de obra)     | 8      | (h)  |
| Dias úteis (execução de obra)            | 22     | dia  |
| Duração da frente de obra                | 1      | dia  |



A Tabela 13 apresenta os custos devidos a atrasos em relação a cada método de execução escolhido.

**Tabela 13: Custo devido a atrasos**

| <b>CUSTO DEVIDO A ATRASOS</b> |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| Obra executada em VCA         | Obra executada em MND |
| R\$ 11,29 / metro             | R\$ 10,20 / metro     |

#### **4.7 PERDA DO FATURAMENTO DOS ESTABELECIMENTOS**

Para determinação deste item, duas considerações foram feitas em relação a escolha do método executivo e suas interferências no comércio local: duração da obra e a porcentagem de perda no faturamento.

Em relação ao método de Vala a Céu Aberto foi considerado que a obra demandará de meio dia de execução, e portanto gerará 50% de perda do faturamento em função dos transtornos que a obra produzirá em frente ao estabelecimento; e para o Método Não Destrutivo foi considerado que a execução demandará um quinto do dia a ser executada defronte ao imóvel, assim, produzirá a perda de 20% de faturamento. Essas considerações levam em conta o fato de uma alternativa abrir vala por todo o trecho, e a outra em apenas uma parcela da extensão, assim, 20% do total, mas também impactando entre os dois poços de acesso.

A Tabela 14 apresenta os estabelecimentos e a quantidade dos mesmo para determinar as perdas de faturamento.

**Tabela 14 : Estabelecimentos considerados na amostragem do estudo**

| <b>Tipo de imóvel</b> | <b>Nº de imóveis</b> |
|-----------------------|----------------------|
| Lanchonete            | 5                    |
| Hotel                 | 1                    |
| Lotérica              | 2                    |
| Restaurante           | 4                    |
| Estacionamento        | 3                    |
| <b>Total</b>          | <b>65</b>            |

A Tabela 15 mostra os tipos de estabelecimentos, o faturamento por dia e a perda em relação a escolha do método.

**Tabela 15: Faturamento e perda do faturamentos dos estabelecimentos**

| Tipos de Estabelecimentos |                           | Perda diária          |                            |                       |                            |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|
|                           | Dias de Obra              | 1                     |                            | 0,5                   |                            |
|                           | % da perda do faturamento | 50%                   |                            | 20%                   |                            |
|                           | Faturamento por Dia       | Perda Diária Unitária | Perda Diária da Amostragem | Perda Diária Unitária | Perda Diária da Amostragem |
| Lanchonete                | R\$ 1.400,00              | R\$ 700,00            | R\$ 3.500,00               | R\$ 140,00            | R\$ 700,00                 |
| Hotel                     | R\$ 51.000,00             | R\$ 25.500,00         | R\$ 25.500,00              | R\$ 5.100,00          | R\$ 5.100,00               |
| Lotérica                  | R\$ 1.300,00              | R\$ 650,00            | R\$ 1.300,00               | R\$ 130,00            | R\$ 260,00                 |
| Restaurante               | R\$ 14.900,00             | R\$ 7.450,00          | R\$ 29.800,00              | R\$ 1.490,00          | R\$ 5.960,00               |
| Estacionamento            | R\$ 1.500,00              | R\$ 750,00            | R\$ 2.250,00               | R\$ 150,00            | R\$ 450,00                 |
|                           | <b>TOTAL</b>              | <b>R\$ 35.050,00</b>  | <b>R\$ 62.350,00</b>       | <b>R\$ 7.010,00</b>   | <b>R\$ 12.470,00</b>       |

Fonte: Pesquisa realizada pela Sistemas Urbanos Engenharia junto a estabelecimentos comerciais.  
Perda mensal: considerado 22 dias úteis.



## **5. ANÁLISE DE RESULTADOS**

A seguir são apresentados quadros resumos finais com os custos dos dois métodos de execução, sendo as planilhas e gráficos detalhados apresentado no Volume 2 anexo e este trabalho.

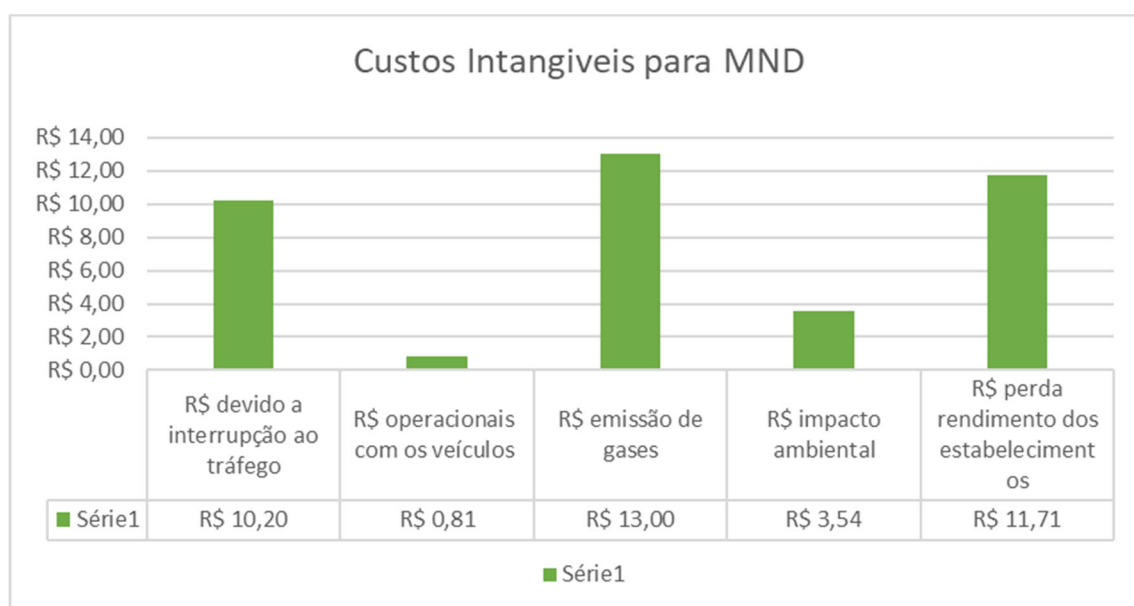
Comparando os resultados finais, para MND os custos intangíveis somaram R\$ 41.803,33 e o método em VCA resultou a soma de R\$135.813,10, assim, com custos aproximadamente 3,25 vezes maior que o anterior. Este resultado mostra que apesar de haver algumas considerações que podem ser ajustadas, os valores são muito distantes, demonstrando a real vantagem dos métodos não destrutivos à sociedade frente a obras em vala.

É notório que outros itens de custos podem ser agregados ao estudo, como mais tipologias de veículos, extensões de filas, e tempos de obras, e que outros componentes e variáveis como desvios de tráfego e condições de pavimentos, podem ser incorporados aos cálculos, sendo preciso pesquisa e estudo para definição de formulação e princípios de equiparação entre os métodos de obra. O objetivo de agregar as formulações em uma única base foi atingido, devendo agora passar a refinamentos e aprimoramento para um leque maior.



**Comparativos de MND e VCA com Custos Intangíveis – ABPE e ABRATT**

| Custos Intangíveis para MND                                                                   |                      |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|
| R\$ devido a interrupção ao tráfego                                                           | <b>R\$ 10,20</b>     | R\$/m |
| R\$ operacionais com os veículos                                                              | <b>R\$ 0,81</b>      | R\$/m |
| R\$ emissão de gases                                                                          | <b>R\$ 13,00</b>     | R\$/m |
| R\$ impacto ambiental                                                                         | <b>R\$ 3,54</b>      | R\$/m |
| R\$ perda rendimento dos estabelecimentos                                                     | <b>R\$ 11,71</b>     | R\$/m |
| Preço p/dia para 100 m de congestionamento gerado por uma obra com 60 m de frente de trabalho |                      |       |
|                                                                                               | <b>R\$ 39,25</b>     |       |
| Preço gerado por uma obra com 1.065 m de frente de trabalho                                   |                      |       |
|                                                                                               | <b>R\$ 41.803,33</b> |       |

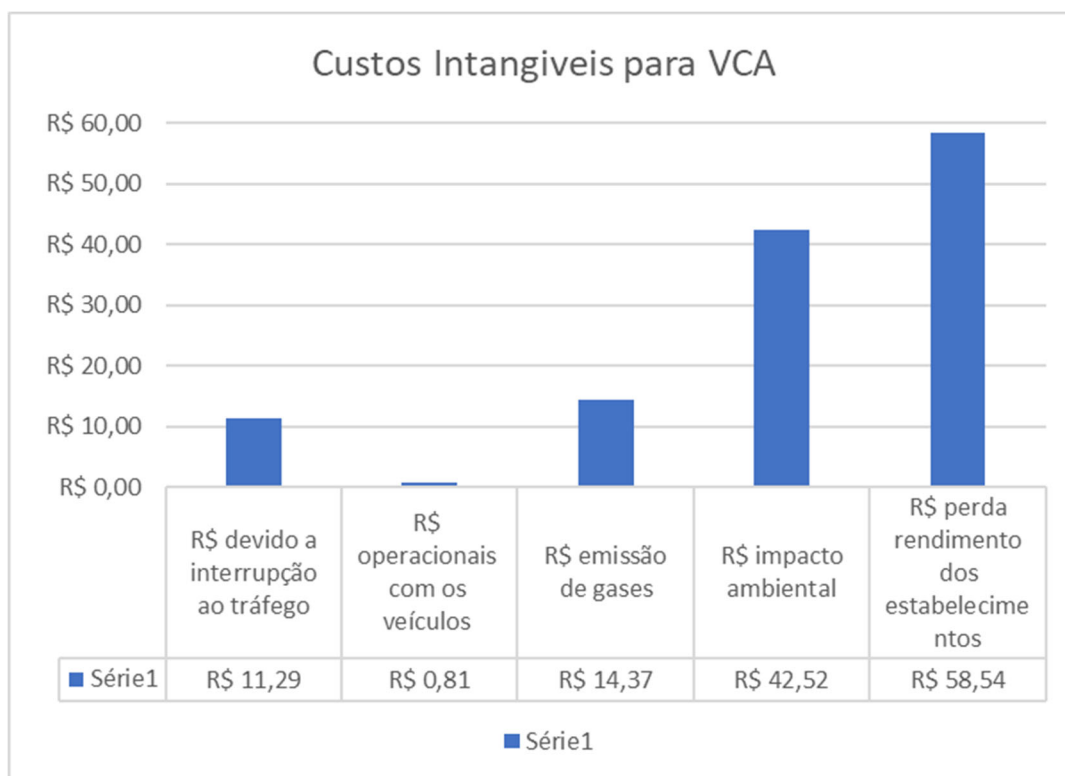


**Custos Intangíveis para VCA**

|                                                  |                        |
|--------------------------------------------------|------------------------|
| <b>R\$ devido a interrupção ao tráfego</b>       | <b>R\$ 11,29 R\$/m</b> |
| <b>R\$ operacionais com os veículos</b>          | <b>R\$ 0,81 R\$/m</b>  |
| <b>R\$ emissão de gases</b>                      | <b>R\$ 14,37 R\$/m</b> |
| <b>R\$ impacto ambiental</b>                     | <b>R\$ 42,52 R\$/m</b> |
| <b>R\$ perda rendimento dos estabelecimentos</b> | <b>R\$ 58,54 R\$/m</b> |

Preço p/dia para 100 m de congestionamento  
gerado por uma obra com 60 m de frente de  
trabalho **R\$ 127,52**

**Preço gerado por uma obra com 1.065 m de  
frente de trabalho R\$ 135.813,10**





## **6. CONCLUSÃO**

A necessidade deste estudo ocorreu para basear com dados reais o que já era sinalizado pelo mercado, em especial por alguns técnicos de concessionárias de saneamento e empresas do setor imobiliário, e ainda defendido por profissionais da área de execução de métodos não destrutivos, que estes seriam mais vantajosos que a execução por valas.

A visão de que os Métodos Não Destrutivos podem, além de serem mais vantajosos economicamente e ambientalmente que já é consenso, ter vantagens para a sociedade quando a discussão recai sobre comparar os custos intangíveis têm sido tarefa complexa, os modelos de cálculos encontrados em literatura e no mundo virtual relacionam alguns itens de custos apenas.

A elaboração de estudos de viabilidade técnica e econômica, onde não apenas os custos diretos da execução devem ser apontados, mas também os custos intangíveis que são em última análise, os custos que a sociedade paga pelos transtornos gerados pelas obras, possibilitando melhor definição de qual método deve ser aplicado a cada condição.

Os projetos de engenharia, em especial de infraestrutura, podem já produzir os dados de entrada de sistema de avaliação de custos intangíveis na medida que número de moradores, imóveis ou estabelecimentos comerciais podem ser computados durante o processo de projeto, e com isso subsidiar a avaliação de custos.

Evidente que há outros elementos que devem ser apontados, como custos de logística de transporte e perda de material nas movimentações de carga, ainda devem considerar os custos ambientais tanto antrópicos, bióticos e físicos, mas a associações de todos e a análise qualitativa e quantitativa poderá produzir decisões melhores embasadas.



## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANTP e Ipea: Redução das deseconomias urbanas com a melhoria do transporte público, 1999.

Ariaratnam, S *et al*: Methodology for calculating the carbono footprint of underground utility projects, 2009.

DEZOTTI, M. C.: Análise da utilização de métodos não destrutivos como alternativa para redução dos custos sociais gerados pela instalação, manutenção e substituição de infraestrutura urbanas subterrâneas, 2008.

Koo, D. e Ariaratnam, S.: Enhancement of sustainability in underground infrastructure development.

MEIRA *et al*: Conceito de velocidade efetiva social como argumento de reforço à implantação de políticas de mobilidade urbana sustentável no Brasil, 2017.

Prefeitura Municipal de São Paulo:

<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/transportes/SPTTrans/2013/planilha-tarifa/Parametros-%20de-Custos.xlsx>

RODRIGUES *et al*: Comparação de custos de utilização de métodos não destrutivos – MND e de abertura de vala em obras lineares de saneamento.

Unitracc: <https://www.unitracc.com/know-how/fachbuecher/rehabilitation-and-maintenance-of-drains-and-sewers/rehabilitation/costs-and-economic-efficiency-en/operating-tasks-en/investments-en/economic-efficiency-testing-for-investment-decisions-en>

VASCONCELOS, E. A: Mobilidade Urbana, 2013.



**Sistemas Urbanos  
Engenharia**



**Associação Brasileira de  
Tubos Poliolefinicos e  
Sistemas**



# **ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE MND POR HDD E PB COM VCA PARA SISTEMAS DE INFRAESTRUTURA HIDRÁULICA EM PEAD E CUSTOS INTANGÍVEIS**



## → Considerações sobre o Comparativos de Implantação de Linhas sobre Pressão para Sistemas de Infraestrutura Hidráulica.

- **Diâmetros:** 110 mm, 160 mm; 200 mm; 315 mm e 400 mm;
- **Fundação:** Assentamento Direto;
- **Escoramento:** Pontalete e Contínuo;
- **Profundidade:** 1,50 metros; 3,0 metros e 5,0 metros conforme recomendações de recobrimento mínimo da SABESP e também de alguns fabricantes. As profundidades foram consideradas constantes ao longo do traçado.
- **Largura da Vala:** Varia de acordo com os diâmetros



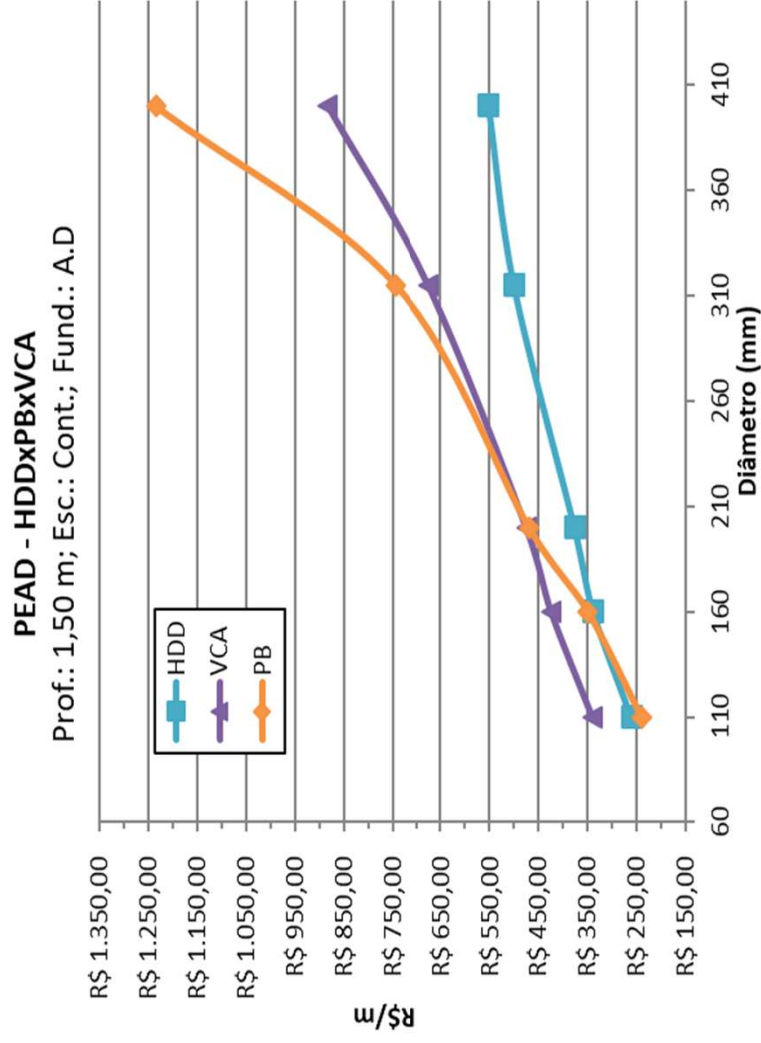
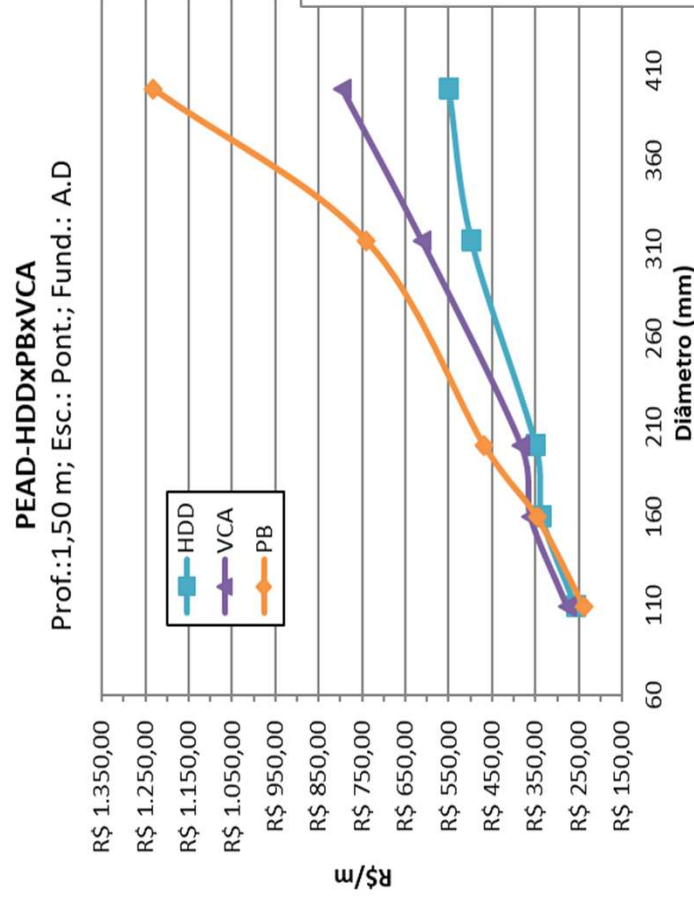
Sistemas Urbanos  
Engenharia



Associação Brasileira de  
Tubos Poliolefinicos e  
Sistemas



## → GRÁFICOS: COMPARATIVO VCA E MND (HDD E PB) EM PEAD





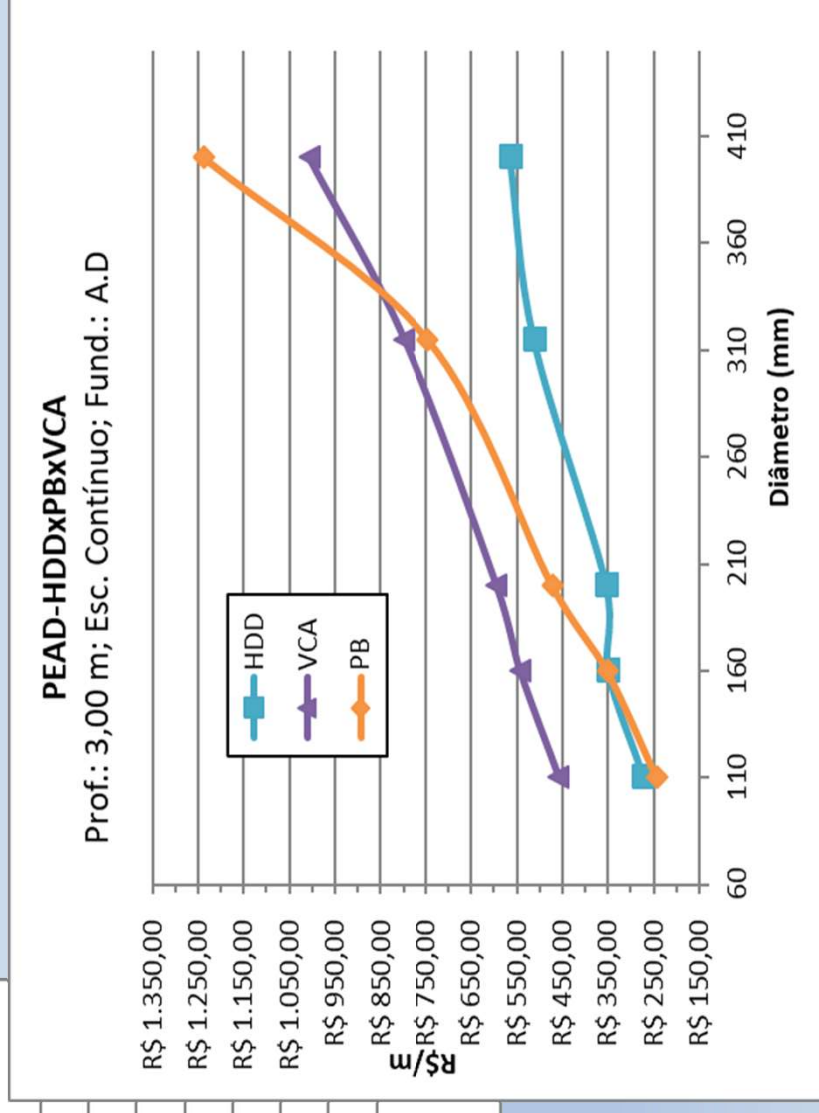
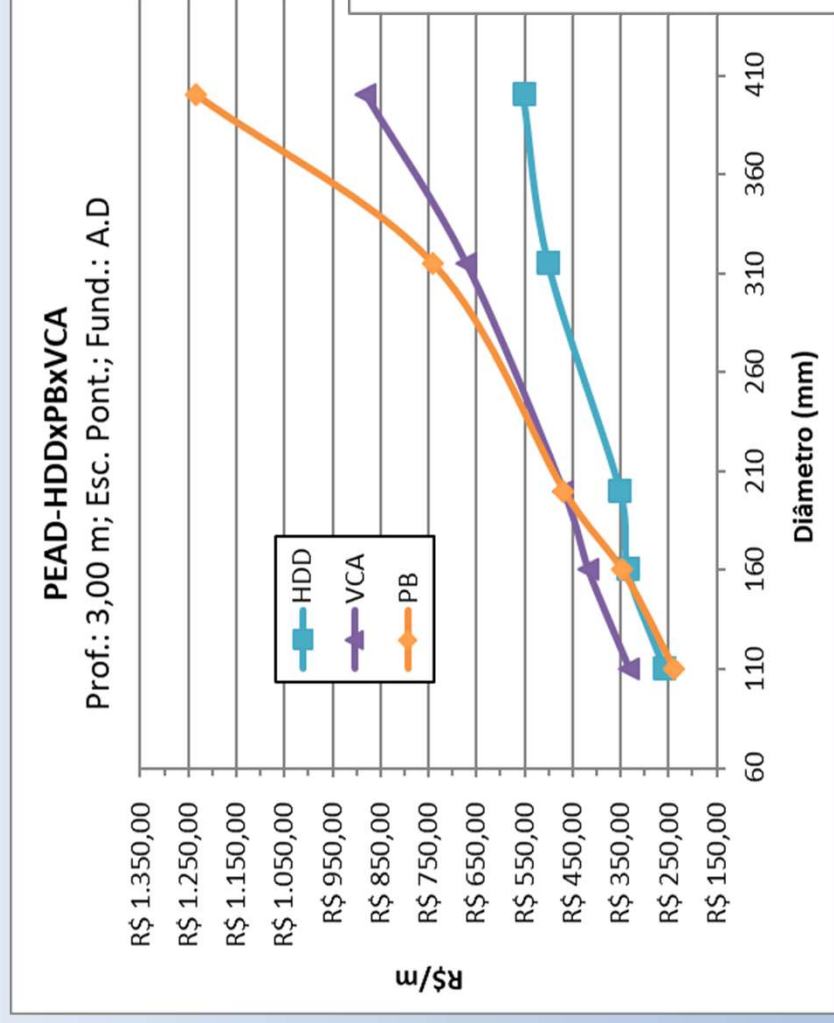
Sistemas Urbanos  
Engenharia



Associação Brasileira de  
Tubos Poliolefinicos e  
Sistemas



## → GRÁFICOS: COMPARATIVO VCA E MND (HDD E PB) EM PEAD





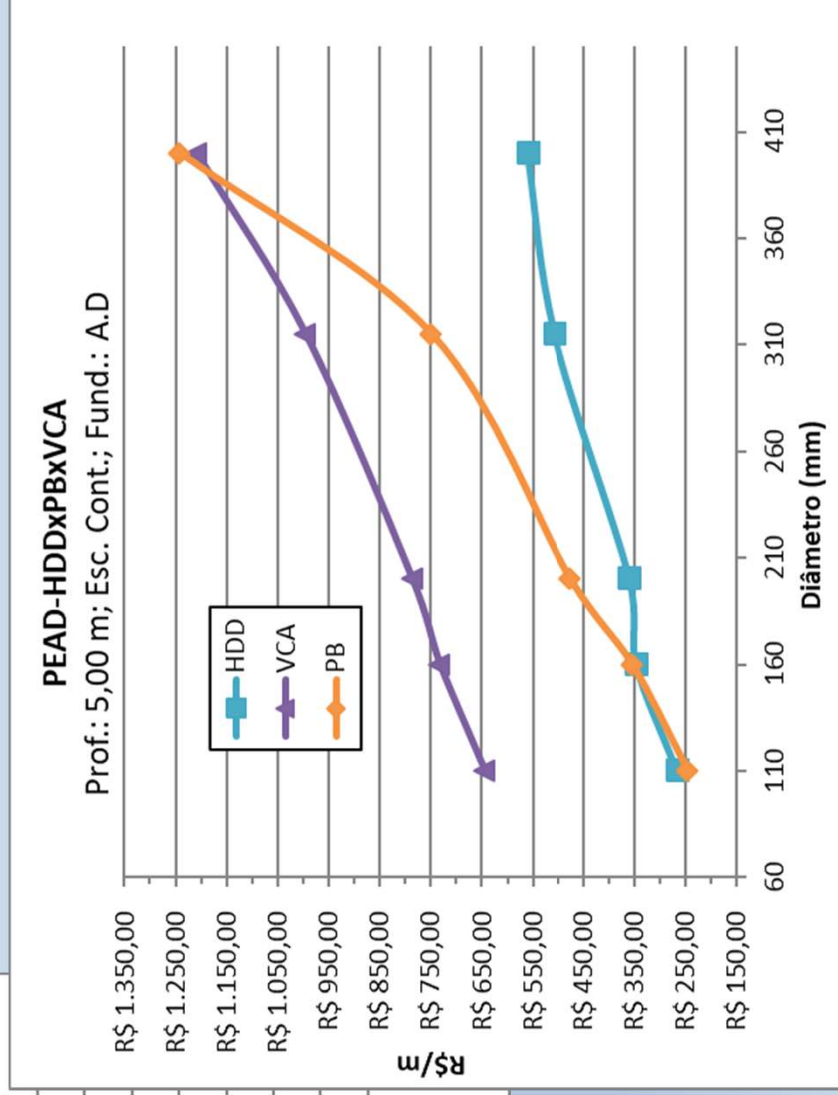
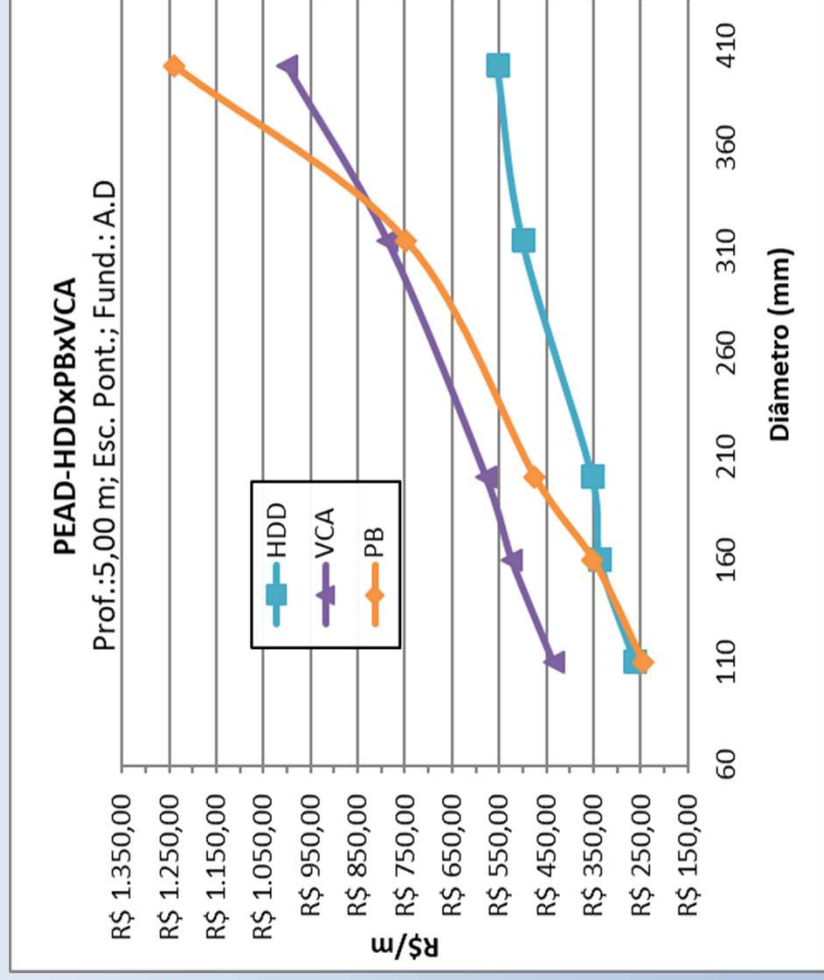
Sistemas Urbanos  
Engenharia



Associação Brasileira de  
Tubos Poliolefinicos e  
Sistemas



## → GRÁFICOS: COMPARATIVO VCA E MND (HDD E PB) EM PEAD



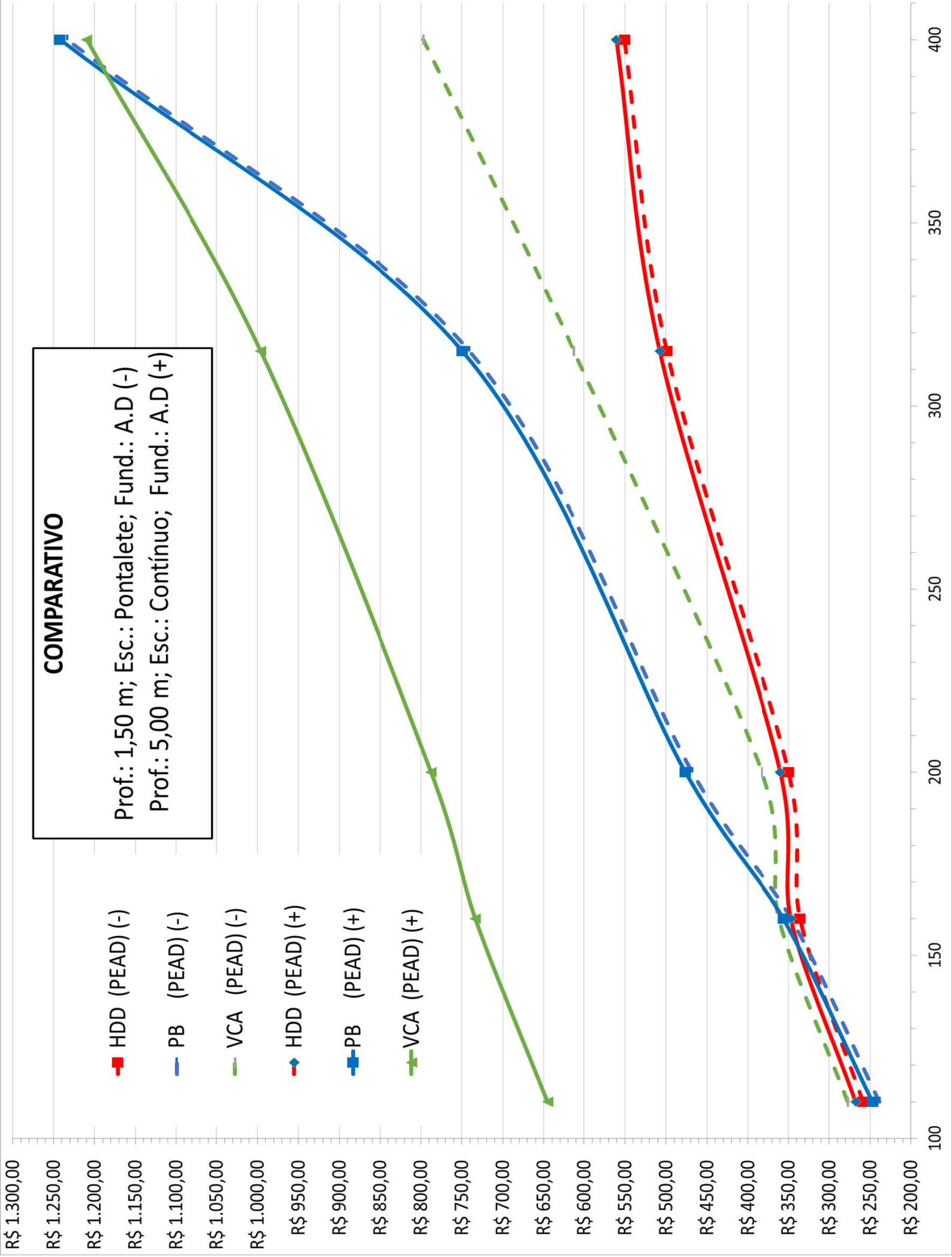
| COMPARATIVO                                    |
|------------------------------------------------|
| Prof.: 1,50 m; Esc.: Pontalete; Fund.: A.D (-) |
| Prof.: 5,00 m; Esc.: Contínuo; Fund.: A.D (+)  |

Prof.: 1,50 m; Esc.: Pontalete; Fund.: A.D (-)

FIGURE 3.00 III, ESC.: COLLINGWOOD, FULLER. A.D. (1900)

1

10





Sistemas Urbanos  
Engenharia



Associação Brasileira de  
Tubos Poliolefinicos e  
Sistemas



## → Custos Intangíveis

- **A Sistemas Urbanos** elaborou estudo sobre intangíveis, sendo que realizou diversas pesquisas e reuniões para obter dados.
- Redução das despesas urbanas com a melhoria do transporte público – ANTP.
- Conceito de velocidade efetiva social como argumento de reforço à implantação de políticas de mobilidade urbana sustentável no Brasil – Universidade de Recife.
- Análise da utilização de MND como alternativa para redução dos custos sociais gerados pela instalação, manutenção e substituição de infraestruturas urbanas subterrâneas – Mateus Caetano Dezotti.



Sistemas Urbanos  
Engenharia



Associação Brasileira de  
Tubos Poliolefinicos e  
Sistemas



## → Custos Intangíveis – Emissão de Gases

| EMIÇÃO DE GASES EM RELAÇÃO A VELOCIDADE - CARROS |           |           |            |  |
|--------------------------------------------------|-----------|-----------|------------|--|
| Velocidade (km/h)                                | HC (g/km) | CO (g/km) | NOx (g/km) |  |
| 2                                                | 30,96     | 363,1     | 1,03       |  |
| 5                                                | 12,22     | 145,0     | 1,03       |  |
| 10                                               | 5,97      | 72,4      | 1,04       |  |
| 20                                               | 2,84      | 36,4      | 1,06       |  |
| 30                                               | 1,80      | 25,0      | 1,10       |  |
| 40                                               | 1,28      | 19,9      | 1,15       |  |
| 50                                               | 0,97      | 17,4      | 1,22       |  |
| 60                                               | 0,76      | 16,5      | 1,30       |  |
| 70                                               | 0,61      | 16,5      | 1,40       |  |
| 80                                               | 0,50      | 17,2      | 1,51       |  |

| EMIÇÃO DE GASES EM RELAÇÃO A VELOCIDADE - ÔNIBUS |           |           |            |           |
|--------------------------------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| Velocidade (km/h)                                | HC (g/km) | CO (g/km) | NOx (g/km) | MP (g/km) |
| 2                                                | 11,60     | 37,12     | 32,73      | 1,52      |
| 5                                                | 8,23      | 28,89     | 26,81      | 1,22      |
| 10                                               | 5,69      | 22,66     | 22,34      | 1,00      |
| 15                                               | 4,20      | 19,02     | 19,72      | 0,87      |
| 20                                               | 3,15      | 16,44     | 17,86      | 0,78      |
| 25                                               | 2,33      | 14,43     | 16,42      | 0,71      |
| 30                                               | 1,66      | 12,80     | 15,24      | 0,65      |
| 35                                               | 1,09      | 11,41     | 14,24      | 0,60      |
| 40                                               | 0,60      | 10,21     | 13,38      | 0,56      |
| 45                                               | 0,17      | 9,16      | 12,62      | 0,52      |

Hidrocarbonetos (HC)  
Monóxido de Carbono (CO)  
Óxido de Nitrogênio (NOx)  
Material Particulado (MP)



## → Custos Intangíveis – Custo Operacional dos Veículos

- Os cálculos foram baseados no automóvel e moto mais vendido no Brasil e na frota de ônibus de São Paulo
- Automóvel – GM Ônix
- Moto – Honda CG 150
- Ônibus – Modelo Básico
- **Itens Considerados:**
  - a) Custo com combustível
  - b) Custo com pneus
  - c) Custo com óleo lubrificantes ( óleo do motor)
  - d) Custo com manutenção
  - e) Custo lavagens e graxas



## → Custos Intangíveis – Custo Devido a Atrasos

- **Dados:**

- Velocidade - trecho de congestionamento – 2,00 km/h
- Velocidade - trecho de obra

VCA - 5,00 km/h

MND - 10,00 km/h

- Trecho de obra – 60 m
- Trecho de congestionamento – 100 m
- Horas de trabalho – 8 h
- Dias úteis - 22 dias
- Duração de obra - 1 dia
- Número de ciclos - 80

- **Tempo gasto no congestionamento**

- **Custo do tempo gasto no congestionamento (R\$/h x pessoa)**

|              | Quantidade de<br>Veículos/ciclo | Nº de pessoas |
|--------------|---------------------------------|---------------|
| Carros       | 6                               | 8             |
| Motos        | 3                               | 4             |
| Ônibus       | 1                               | 75            |
| <b>Total</b> | <b>10</b>                       | <b>87</b>     |



## → Custos Intangíveis – Custo dos Impactos Ambientais

- **Dados:**

| Tipo de imóvel      | Nº de pessoas<br>por imóvel |  | Nº de imóveis | Qnt. total de<br>pessoas |
|---------------------|-----------------------------|--|---------------|--------------------------|
| Lanchonete          | 4                           |  | 5             | 20                       |
| Hotel               | 15                          |  | 1             | 15                       |
| Lotérica            | 5                           |  | 2             | 10                       |
| Restaurante         | 4                           |  | 4             | 16                       |
| Casa residenciais   | 4                           |  | 40            | 160                      |
| Estacionamento      | 2                           |  | 3             | 6                        |
| Ed. Residencial (*) | 32                          |  | 10            | 320                      |
| Total               | 65                          |  |               | 547                      |

- **Itens considerados:**
- Perda de produtividade devido o barulho e vibração
- Custo devido à poeira e controle de resíduos (limpeza da obra)



→ Custos Intangíveis – Perda de Rendimento dos Estabelecimentos

| Tipo de Estabelecimento | Nº de Estabelecimento |
|-------------------------|-----------------------|
| Lanchonete              | 5                     |
| Hotel                   | 1                     |
| Lotérica                | 2                     |
| Restaurante             | 4                     |
| Estacionamento          | 3                     |
| <b>Total</b>            | <b>15</b>             |

|                           |                     | Perda diária          |                            |                            |
|---------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|
| Dias de Obra              |                     | 1,0                   | 0,5                        |                            |
| % da perda do faturamento |                     | 50%                   | 20%                        |                            |
| Tipos de Estabelecimentos | Faturamento por dia | Perda diária unitária | Perda diária da amostragem | Perda diária da amostragem |
| Lanchonete                | R\$ 1.400,00        | R\$ 700,00            | R\$ 3.500,00               | R\$ 700,00                 |
| Hotel                     | R\$ 51.000,00       | R\$ 25.500,00         | R\$ 25.500,00              | R\$ 5.100,00               |
| Lotérica                  | R\$ 1.300,00        | R\$ 650,00            | R\$ 1.300,00               | R\$ 260,00                 |
| Restaurante               | R\$ 14.900,00       | R\$ 7.450,00          | R\$ 29.800,00              | R\$ 5.960,00               |
| Estacionamento            | R\$ 1.500,00        | R\$ 750,00            | R\$ 2.250,00               | R\$ 450,00                 |
|                           | <b>TOTAL</b>        | <b>R\$ 35.050,00</b>  | <b>R\$ 62.350,00</b>       | <b>R\$ 12.470,00</b>       |



Sistemas Urbanos  
Engenharia



Associação Brasileira de  
Tubos Poliolefinicos e  
Sistemas



## → Custos Intangíveis – Resumo

### Custos Intangíveis para MND

|                                           |                 |
|-------------------------------------------|-----------------|
| R\$ Devido a Interrupção ao Tráfego       | R\$ 10,20 R\$/m |
| R\$ Operacionais com os Veículos          | R\$ 0,81 R\$/m  |
| R\$ Emissão de Gases                      | R\$ 0,14 R\$/m  |
| R\$ Impacto Ambiental                     | R\$ 0,50 R\$/m  |
| R\$ Perda Rendimento dos Estabelecimentos | R\$ 11,71 R\$/m |

Preço gerado por uma obra com 1.065 m de  
frente de trabalho

R\$ 24.867,31

4,43x

### Custos Intangíveis para VCA

|                                           |                 |
|-------------------------------------------|-----------------|
| R\$ Devido a Interrupção ao Tráfego       | R\$ 11,29 R\$/m |
| R\$ Operacionais com os Veículos          | R\$ 0,81 R\$/m  |
| R\$ Emissão de Gases                      | R\$ 3,86 R\$/m  |
| R\$ Impacto Ambiental                     | R\$ 42,52 R\$/m |
| R\$ Perda Rendimento dos Estabelecimentos | R\$ 58,54 R\$/m |

Preço gerado por uma obra com 1.065 m de  
frente de trabalho

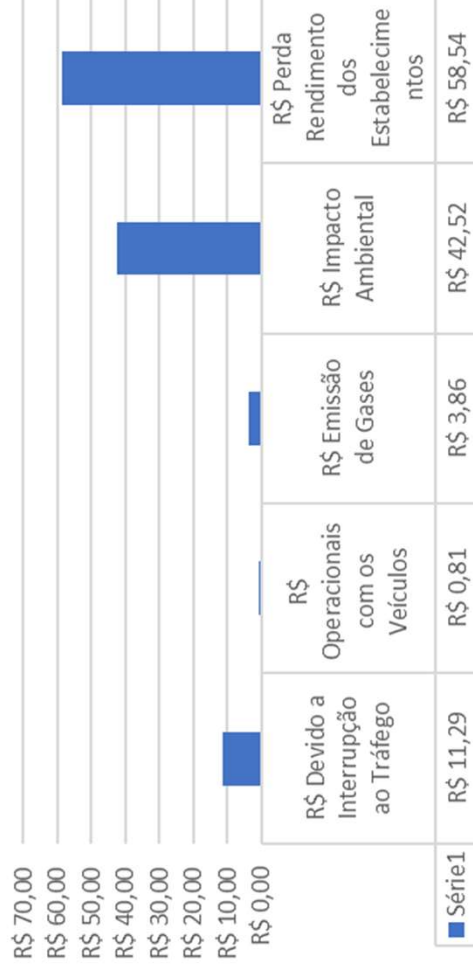
R\$ 124.623,80

### Custos Intangíveis para MND



■ Série1

### Custos Intangíveis para VCA



■ Série1



## —→ Conclusões Finais

- A variação de **escoramento** (Pontaleteamento e Contínuo) gera resultados muito diferentes, é o de **maior relevância** para as variações dos custos para as obras em VCA → **Projetos Cuidadosos**;
- Para as obras com **maiores profundidades** (5,00 metros) os Métodos Não Destrutivos passam a ser mais **vantajosos que em VCA**;
- A atividade de **execução** possui custo muito mais significativo que o **material** (tubulação), em especial quando se trata de diâmetro menores;
- A escolha do **Método de Execução** deve ser ponderada, não apenas com os custos, mas também com os resultados esperados e a eventual paralização do sistema em operação; e
- Os **custos tangíveis** são variáveis em função de condições pontuais de cada obra mas **mensuráveis**, entretanto os **custos intangíveis** são de identificação e ponderação **complexa, mas significativos**.



**Sistemas Urbanos  
Engenharia**



**Associação Brasileira de  
Tubos Poliolefinicos e  
Sistemas**



**OBRIGADO!**

**Eng. Fernando Duarte**

**[fernando.duarte@sistemasurbanos.com.br](mailto:fernando.duarte@sistemasurbanos.com.br)**

**(11) 2985-6309/ 2985-6396**

**Filial São Paulo - Av. Eng. Luis Carlos Berrini, 1165 – 1º Andar  
São Paulo – SP – CEP: 04.571-010**

**[www.sistemasurbanos.com.br](http://www.sistemasurbanos.com.br)**