

## **Sustentabilidade em foco: Benefícios da implantação de uma obra de arte como alternativa de acesso**

**Ricardo Henryque Reginato Quevedo Melo**

*Universidade de Passo Fundo, Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, Passo Fundo (RS), Brasil*  
[ricardohquevedo@gmail.com](mailto:ricardohquevedo@gmail.com)

**Evanisa Fatima Reginato Quevedo Melo**

*Universidade de Passo Fundo, Departamento de Engenharia Ambiental e Pesquisa, Passo Fundo (RS), Brasil*  
[evanisa9@gmail.com](mailto:evanisa9@gmail.com)

**Rodrigo Henryque Reginato Quevedo Melo**

*Universidade de Passo Fundo, Engenharia Civil, Passo Fundo (RS), Brasil*  
[rodrigohquevedo@gmail.com](mailto:rodrigohquevedo@gmail.com)

**José Humberto Quevedo Melo**

*Universidade de Santa Maria, Engenheiro Civil, Santa Maria (RS), Brasil*  
[quevedomelo@gmail.com](mailto:quevedomelo@gmail.com)

**RESUMO:** A execução de uma obra de arte que busque a sustentabilidade através da sua implantação, é o tema de estudo deste artigo. Onde é proposto a criação de uma rota alternativa para o acesso da Universidade de Passo Fundo (UPF), cujo acesso atual encontra-se super utilizado e conseqüentemente gerando problemas de trânsito como o congestionamento e riscos associados. Partindo destas informações, foi realizado uma quantificação do fluxo de veículos no trevo de acesso da UPF para que em conjunto do software de simulação de tráfego *Aimsun*, seja determinada a mudança na fluidez do acesso pela obra de arte proposta. Desta maneira, os resultados da simulação no software são indexados em uma fórmula de emissões atmosféricas para que a construção da obra de arte possa ser justificada nos quesitos da sustentabilidade, na redução de emissão de CO<sup>2</sup> no meio ambiente, bem como nas conseqüências de sua implantação para o paisagismo urbano minimizando a poluição visual através do uso de uma passagem subterrânea.

**Palavras chave** *Simulação de trânsito, Emissões atmosféricas, Poluição visual, Planejamento urbano, Estudo de fluidez*

## **1. INTRODUÇÃO**

O constante aumento de veículos é um dos fatores que contribuem para o aquecimento global, visto que a grande gama dos modelos existentes são movidos a combustíveis fósseis. Então, por mais que os veículos nestas últimas décadas procurarão desenvolver filtros e tecnologias mais eficientes para os veículos, os níveis de engarrafamento não estão colaborando para que a redução ocorra. Desta forma é visto que um dos problemas, a emissão veicular, já esta sendo visada através dos últimos anos. Porém, por mais que os veículos menos poluentes sejam desenvolvidos dia, após dia, é necessário trocar toda a frota de veículos, ação esta que não é pontual, ela é uma ação global e que tende a demorar.

Assim, com a implantação de uma mudança pontual é possível considera-la a curto prazo, sabendo que após a sua intervenção ou construção, os resultados quando analisados deverão demonstrar a variação prevista e que é impactante para justificar o seu investimento. Lembrando que a melhor solução possível a longo prazo, são as intervenções como incentivos para substituição da frota antiga e poluidora por novos, mais eficientes e ecologicamente sustentáveis, em conjunto com a obra de arte proposta neste artigo.

Portanto é idealizado uma intervenção pontual no trevo de acesso da Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo - RS, para reduzir o congestionamento como analisado no trabalho de Melo(2015) e que obtenha resultados atrativos para poder justificar a sua implantação.

## **2. METODOLOGIA E ETAPAS DA PESQUISA**

Levando em consideração o trabalho de Melo(2015), onde este realizou uma adaptação dos procedimentos de amostragem e quantificação de veículos, foi aplicada a mesma metodologia para esta análise, no caso a adaptação da contagem através do volume diário médio descrita no manual de estudos de tráfego (DNIT, 2006). Onde eram realizadas amostragens em um período de 30 minutos nos horários de início de aula na instituição, estando dividido em 15 minutos antes e 15 minutos depois.

Desta forma foi realizada a amostragem e quantificação de veículos através de filmagens e posterior verificação para obter os dados quantitativos e descrever corretamente no software Aimsun. Sendo que, durante a verificação das quantidades de veículos, foi verificado o maior numero de veículos que trafegaram pelo trevo, Figura 1.

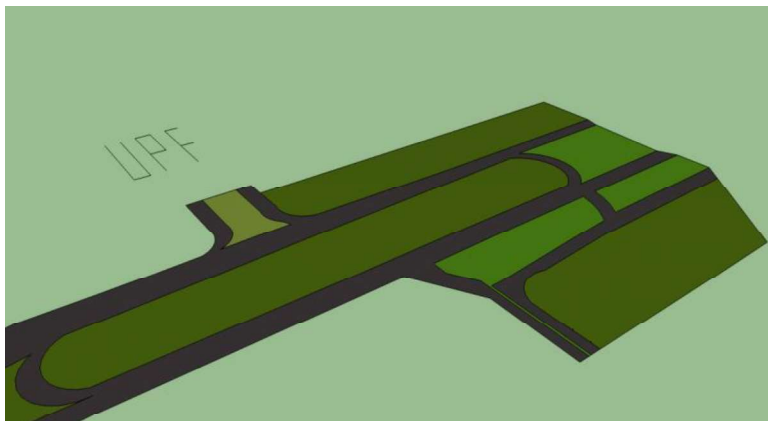


Figura 1. Trajeto antigo + trajeto Novo - Passagem Subterrânea. Fonte: Autor,2014.

Na sequencia com a introdução das informações no software para que este pudesse realizar a simulação do traçado atual, onde foi simulado e registrado os dados para a situação atual. Continuando as amostragens, foi modificado o trajeto para que o acesso fosse realizado pela obra de arte, Figura 2, e novamente introduzida os mesmos valores de veículos e usos das vias para realizar a simulação com a obra de arte e registro dos resultados.

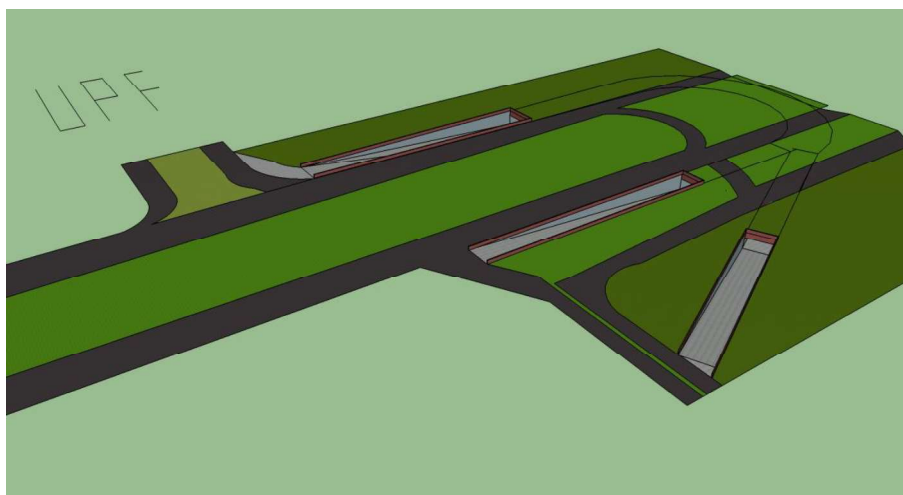


Figura 2. trajeto antigo + trajeto Novo - Passagem Subterrânea. Fonte: Autor, 2014

Após o calculo das quantificações através das simulações no software Aimsun, é realizado a adaptação na formula de emissões da agencia de proteção ambiental dos Estados Unidos (EPA, 2014), para poder enquadrar nos dados utilizados neste estudo.

$$E = A \times EF \times (1 - ER/100) \quad (1)$$

Onde: E = Emissão; A = Índice de atividade; EF = Fator de emissão; ER = Resultante da eficiência na redução de emissão

Por não haver um estudo específico da resultante da eficiência na redução de emissão e do fator de emissão, a fórmula foi adaptada. Portanto, a fórmula para utilizar os dados de

emissões no lugar dos índices que foram definidos, utilizado a media dos valores de emissões dos carros encontrado no trabalho de Mazutti(2014).

$$E = A \times \text{MedM} \quad (2)$$

Onde: E = Emissão; A = Índice de atividade; MedM = Equivalem a media dos valores encontrados por Mazutti(2014)

Uma vez que a formula se assemelha muito com a utilizada por Delcan Corporation (2007), que é utilizada para avaliar as emissões no estado da Columbia Britanica no Canada. Onde a única divergência é substituição dos valores "MedM" por "EF", o qual sugere a introdução da unidade de emissão para cada tipo diferente de contaminante. Ficou definido que a formula final utilizada foi a do ministério dos transportes da Columbia Britanica do Canada, a qual possibilita a replicação do estudo para trabalhos futuros.

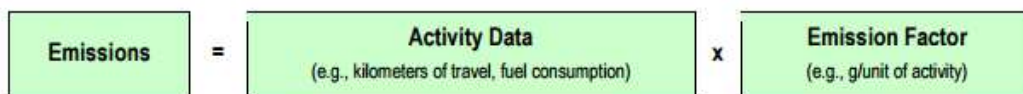


Figura 3. Equação 3 - Simplistic Equation for Estimation of Emissions. Source: Guidelines for quantifying vehicle emissions within the ministry's multiple account evaluation framework

Portanto para melhor compreender a formula, foi definido os itens a serem considerados por cada um dos fatores da formula neste estudo.

- Activity Data: "Time of travel plus stopped time" x "Distance" x "Nº vehicle";
- Emission Factor: The medium of the values found by Mazzuti(2014).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro resultado obtido foi referente as quantificações dos veículos que trafegam pela região do trevo, totalizando um acesso total de aproximadamente 800 veículos em trinta minutos. Portanto, uma vez que o trabalho consistiu na análise da simulação de um novo traçado para o acesso à UPF com o intuito de quantificar a redução proporcionada pela alternativa que já estaria justificada de sua implantação por evitar os riscos associados aos cruzamentos do acesso pelo trevo em frente a instituição, reduzir o engarrafamento e proporcionar maior fluidez aos veículos. Desta forma, dando ênfase neste trabalho somente à questão da sustentabilidade e das emissões oriundas dos veículos que por ali trafegam, foi obtido os dados para completar a Equação 3 utilizada na quantificação dos valores de emissões totais.

Assim, obteve-se os resultados para substituir no índice do "Fator de Atividade" pela execução da simulação no software Aimsun em ambas as simulações, a situação atual e com a obra de arte.

Lembrando que no "Fator de Atividade" definido a quantidade introduzida foi o somatório dos valores médios do tempo de viagem com o tempo parado obtidos na simulação.

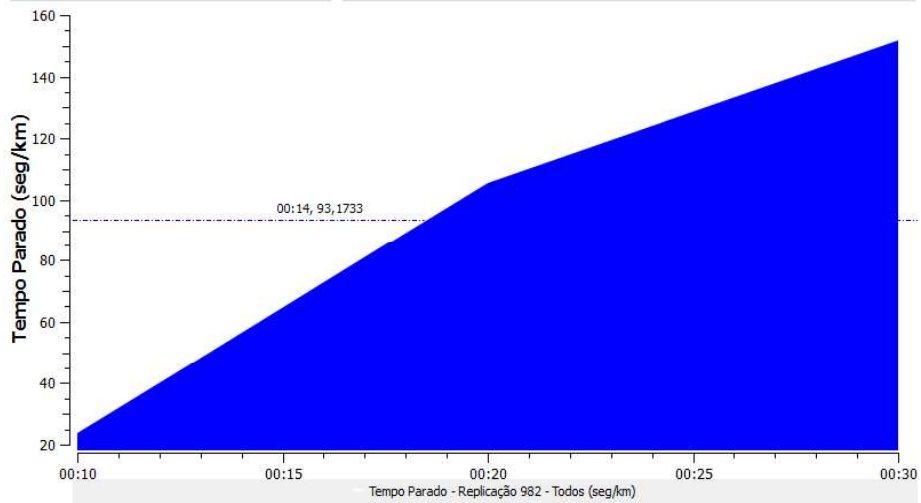


Figura 4. Indicador para fator de atividade tempo parado na situação atual. Fonte: Autor, 2014.

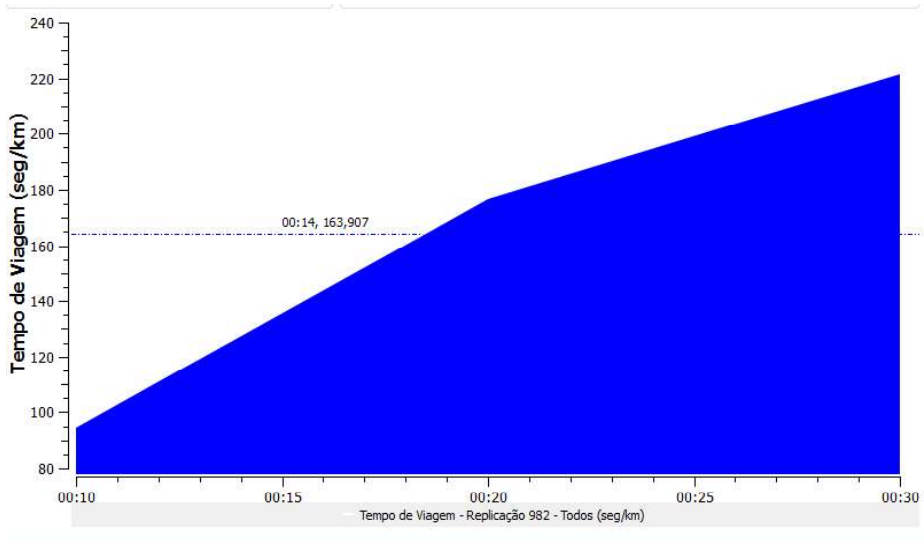


Figura 5. Indicador para fator de atividade tempo de transito na situação atual. Fonte: Autor, 2014.

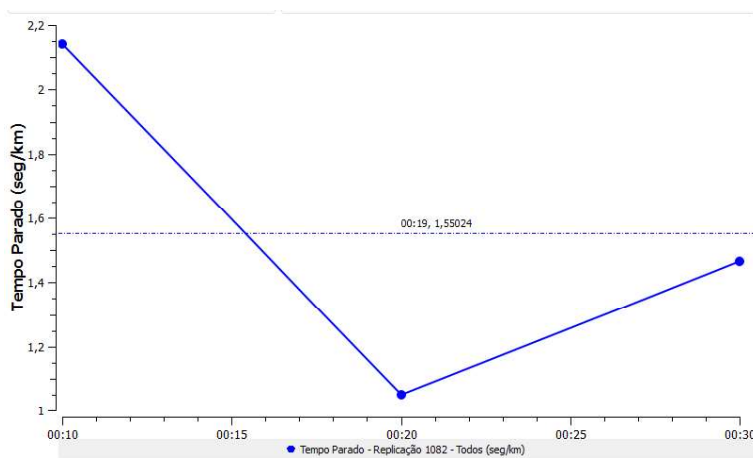


Figura 6. Indicador para fator de atividade tempo de parada na situação com obra de arte. Fonte: Autor, 2014.

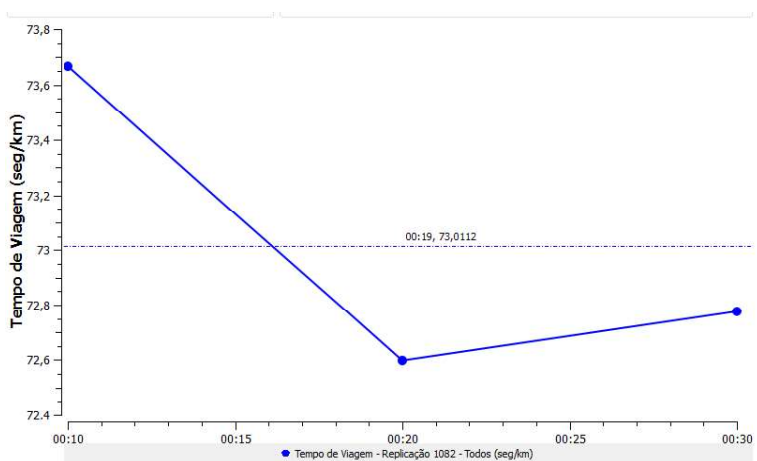


Figura 7. Indicador para fator de atividade tempo de transito na situação com obra de arte. Fonte: Autor, 2014.

Os dados analisados dos gráficos obtidos pela simulação no software, são transcritos na Tabela 1, contendo os resultados da simulação com a situação atual e com a obra de arte proposta.

Tabela 01Tabela 1. Tempos das análises.

Simulação	Transito	Parado	Total
<b>A- Situação atual</b>	94s	164s	258s
<b>B - Obra de Arte</b>	73s	1,5s	74,5s

Tabela 1 a qual, verifica-se uma variação no tempo total de viagem, sendo uma redução média de 183,5 segundos. Dados que já implicam diretamente no quantitativo de emissões geradas. Enquanto que o trevo de acesso possui três opções de uso, foi realizado uma verificação média das distancias percorridas para adicionar ao calculo. Onde a medição realizada foi in-loco e totalizou uma distancia média de 300 metros entre ponto de acesso ao sistema do trevo e ponto de entrada da UPF.

Após a identificação dos valor do "Fator de Atividade", foi obtido a media dos valores de emissão de carros no estudo de Mazutti(2014), assim obtendo o ultimo dos valores a serem introduzidos na formula.

Veículo	[ ] AMOSTRADOR 2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Civic 1.6	6000
Onix 1.4	0
Vectra 1.6	1078000
Doblo 1.4	2154000
Fiesta 1.0	8669000
Partner 1.6	109000
Corsa 1.6	4091000
Fiesta 1.0	9570000
Eco Sport 1.6	2420000
Palio 1.0	0
Gol 1.6	3539000
S10 2.2	37813000
Strada 1.8	344000

Figura 8. Índices dos valores de emissões por vários tipos de carros. Fonte: Mazzuti(2014).

Sabendo que os valores das emissões atmosféricas são diversos entre tipos de veículos, foi utilizado o valor da média para verificar os índices de redução proporcionados pela proposta de obra de arte. Lembrando que para considerar os valores de emissões de cada veículo, seria necessário considerar demais fatores listados por Delcan Corporation (2007) e Environmental Protection Agency(2016):

- Engine/vehicle technology;
- Base fuel;
- Light versus heavy-duty;
- Highway versus nonroad;
- travel speed;
- vehicle operating mode (e.g. idle, acceleration, deceleration);
- Regulatory Characteristics: e.g., inspection/maintenance programs;
- Driver Characteristics: e.g., aggressive driving style; use of air-conditioning.

Sendo todos estes itens, passíveis de análise para obter um resultado preciso, perante aos índices de emissões. Assim, ao analisar um trevo que trafegam veículos de origens variadas, acaba impossibilitando a aquisição de todos os itens citados devido às características do local de análise e justificando a necessidade do uso do valor médio para quantificação dos índices de redução nas emissões.

Desta forma, foi possível obtermos os resultados ao aplicarmos todas as informações na Equação 3.

Tabela 2. Resultados da Equação 3.

Análise com veículos e distancia				
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\text{kg}/\text{m}^3$	Porcentagem	Redução
A- Situação atual	332.127.621.705,60	332,1276217	100%	71%
B - Obra de Arte	95.905.069.058,40	95,90506906	29%	

Totalizando uma redução na emissão de  $236\text{kg}/\text{m}^3$  por dia e aproximando de  $50\text{ t}/\text{m}^3$  ao ano.

Aproveitando que foi obtido um índice de redução de emissões de 71%, foi calculado no site [https://co2.myclimate.org/de/car\\_calculators/new](https://co2.myclimate.org/de/car_calculators/new) a emissão gerada pelo trafego

atual, o equivalente a mais de 20.000 Toneladas ao ano de CO<sup>2</sup>, volume que quando reduzido em 71% chega a uma redução de quase 15.000 toneladas de CO<sup>2</sup>. Desta forma enfatizando a necessidade da implantação.

#### 4. CONCLUSÃO

Portanto ao analisar os efeitos da contribuição gerados pela implantação de uma obra de arte neste trevo de acesso à UPF, pode-se verificar que ações pontuais permitem que sejam obtidos resultados após sua implantação e propiciam o incentivo a melhoria nas ações globais, as quais são as trocas dos combustíveis fosseis e carros mais eficientes.

Assim, concluindo que a implantação de uma obra de arte é uma solução pontual, tanto para o congestionamento como para reduzir as emissões atmosféricas, sendo provado pelos dados de reduções obtidos, 71% de redução nas emissões atmosféricas e redução de aproximadamente 3 minutos do tempo necessário para realizar o acesso.

#### REFERÊNCIAS

- Cars and air pollution Disponível em <<http://www.dft.gov.uk/vca/fcb/cars-and-air-pollution.asp>>. Acessado em 28 de maio de 2016
- Car Emissions & Global Warming. Disponível em <<http://www.ucsusa.org/clean-vehicles/car-emissions-and-global-warming>>. Acessado em 28 de maio de 2016
- DELCAN CORPORATION (Org.). Guidelines for quantifying vehicle emissions within the ministry's multiple account evaluation framework. British Columbia: Ministry Of Transportation, 2007.
- Departamento Nacional De Infra-Estrutura De Transportes (DNIT). *MANUAL DE ESTUDOS DE TRÁFEGO*. Rio de Janeiro: Ministério dos Transportes, 2006
- Environmental Protection Agency. Epa (Org.). Biodiesel Emissions Analysis Program. Disponible on: <<https://www3.epa.gov/otaq/models/biodsl.htm>>. Access in: 28 may 2016.
- Kompensieren Sie Ihre Auto-Emissionen. Disponível em <[https://co2.myclimate.org/de/car\\_calculators/new](https://co2.myclimate.org/de/car_calculators/new)>. Acessado em 28 de maio de 2016
- MAZUTTI, João Vitor. Avaliação da utilização de amostrador automático para análise de emissões de Monóxido de Carbono (CO) em escapamentos de veículos na UPF. 2014. 36 f. TCC (*Graduação*) - *Curso de Engenharia Ambiental, Universidade de Passo Fundo*, Passo Fundo, 2014.
- Melo, Ricardo Henryque Reginato Quevedo; Melo, Rodrigo Henryque Reginato Quevedo; Melo, José Humberto Quevedo, *II ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA URBANA, 2015*, Passo Fundo. OBRA DE ARTE: UMA ALTERNATIVA NO ACESSO À UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO. Passo Fundo: UPF, 2015.