

**Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade em Diferentes Setores**

**INOVAÇÃO NO TRANSPORTE COLETIVO URBANO DE SANTA MARIA**

**INNOVATION IN URBAN TRANSPORTATION GROUP OF SANTA MARIA**

Patrícia de Andrade Paines e Nirvan Hofstadler Peixoto

## **RESUMO**

Trabalho proposto na disciplina optativa de Modelagem na Educação Matemática, tendo como objetivo a aplicação da Modelagem Matemática no Transporte Coletivo Urbano de Santa Maria, visando elaborar e aplicar situações problema a partir dos dados coletados, bem como resolvê-las. Utilizou como metodologia a revisão bibliográfica de autores com Barbosa, Burak, Ferruzzi, entre outros, possibilitando no decorrer da disciplina vários estudos nos mais diferentes níveis de ensino.

**Palavras-chave:** Modelagem Matemática, Transporte Coletivo Urbano, Situação Problema.

## **ABSTRACT**

Work proposed in elective Modeling in Mathematics Education, aiming the application of mathematical modeling in Urban Public Transportation Santa Maria, aiming to develop and implement problem situations from the data collected, as well as solve them. Used as a methodology for the literature review authors Barbosa, Burak, Ferruzzi, among others, allowing the rest of the course several studies in many different levels of education.

**Keywords:** Mathematical Modeling, Urban Public Transportation, Problem Situation.

## 1. Introdução

Nos últimos trinta anos vêm sendo cada vez mais utilizada a Modelagem na Educação Matemática em virtude de sua face multidisciplinar, com o objetivo de trabalhar situações reais e de interesse dos alunos em sala de aula.

Para Borba, Meneghetti e Hermini (1999) a Modelagem “[...] pode ser vista como um esforço de descrever matematicamente um fenômeno que é escolhido pelos alunos com o auxílio do professor”. Já para Barbosa (2003) Modelagem “[...] é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade”.

Ou ainda, como afirma Burak (2004) “A Modelagem dá enseja, ainda de forma natural e indissociável, o ensino e a pesquisa, pois ao trabalhar com temas diversos, de livre escolha do grupo ou dos grupos, favorece a ação investigativa como forma de conhecer, compreender e atuar naquela realidade”.

No geral, apesar das diversas concepções com relação à modelagem matemática, todo autores consideram que por meio desta pode-se motivar os alunos, desenvolver atitude crítica e despertar a criatividade, fazendo com que relacionem diretamente a matemática com sua realidade.

Em vista a essas concepções podemos destacar os encaminhamentos propostos por Burak (2004): Escolha do tema; Pesquisa exploratória; Levantamento dos problemas; Resolução do(s) problema(s); Desenvolvimento da Matemática relacionada ao tema; Análise crítica da(s) solução (es). Para os casos propostos por Barbosa (2003), do ponto de vista teórico, no primeiro momento, o professor apresenta um problema, devidamente relatado, cabendo aos alunos à investigação.

Nesse caso, os alunos não precisam sair da sala de aula para coletar novos dados e a atividade não é muito extensa. Porém, os alunos acompanhados pelo professor teriam a tarefa de resolver o problema, em conjunto. Já no segundo momento, os alunos deparam-se apenas com o problema para investigar, mas têm que sair da sala de aula para coletar dados. Ao professor, cabe apenas a tarefa de formular o problema inicial. Nesse caso, os alunos são mais responsabilizados pela condução das tarefas.

E, por fim, no terceiro momento, trata-se de projetos desenvolvidos a partir de temas “não matemáticos”, que podem ser escolhidos pelo professor ou pelos alunos. Com base no encaminhamento proposto por Burak (2004) e as maneiras que a modelagem pode ser aplicada em sala de aula propostas por Barbosa, vamos ao encontro da idéia de Ferruzzi (2004) que descreve orientações para o professor que pretende seguir as atividades de Modelagem Matemática:

[...] o professor deve comportar-se como um orientador, como um coordenador das atividades, tentando solucionar as dúvidas dos alunos, intervir quanto solicitado e recomendar bibliografias que possam auxiliar os alunos, comportando-se assim como um norteador de idéias. É importante que os alunos reflitam sobre o seu trabalho. Assim, o professor não deve responder diretamente as questões, mas sim, usar questões que os incentivem a refletir sobre o seu desenvolvimento. (2004, p 11).

Nessa perspectiva, Burak (2004) vê a Modelagem como uma alternativa metodológica ao encontro das expectativas dos estudantes, tendo o ponto de partida o cotidiano do aluno. Quando este vê sentido naquilo que estuda, não haverá desinteresse, já que trabalha com entusiasmo e perseverança. Esse interesse é importante, pois dá início à formação de atitudes

positivas em relação à Matemática. Ou seja, “a modelagem matemática busca formar matematicamente as pessoas para atuar na sociedade” (Barbosa, 2003).

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo geral**

Desenvolver um modelo matemático para o transporte coletivo urbano de Santa Maria através de dados coletados das empresas de transportes associadas à ATU.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Desenvolver algoritmos que possam ser aplicáveis no transporte coletivo urbano;
- Comparar os resultados obtidos com os apresentados pelas empresas;
- Evidenciar o uso da pesquisa operacional na resolução dos problemas abordados.

## **3. Metodologia**

O tema escolhido para desenvolver as atividades de modelagem foi o transporte coletivo urbano de Santa Maria. Inicialmente será mencionado o funcionamento deste sistema de transporte e as situações problema. Para a realização deste trabalho formamos coletamos dados encontrados em páginas da internet relativas ao assunto, além de conversas informais com pessoas que trabalham neste sistema de transporte coletivo. Cabe ressaltar que utilizou-se os seguintes itinerários: Universidade, Bombeiros (Faixa Velha e Faixa Nova), Tancredo Neves.

### **3.1. Procedimentos**

- Estudo dos modelos matemáticos apresentados na literatura científica;
- Coleta de dados de números de usuários, itinerários, horários, embarques e desembarque e ônibus, a fim de se traçar mais diversas situações problemas;
- Implementação do modelo matemático;
- Alterações para tratar particularidades;
- Simulações e resultados.

### **3.2. Técnicas**

- Descrição das situações problema e desenvolvimento de modelos matemáticos especializados.
- Coleta de dados, análise estatística dos dados coletados, determinação as soluções para o transporte coletivo urbano da cidade de Santa Maria.

## **4. Delimitação do tema**

O escopo deste trabalho corresponde ao desenvolvimento de um modelo matemático para o transporte urbano coletivo de Santa Maria que é gerenciado pela Associação dos Transportadores Urbanos de Santa Maria (ATU) existente há 15 anos. A ATU é uma

sociedade civil, sem fins lucrativos, fundada e organizada com os objetivos de estudo, coordenação, proteção, representação e conagração de seus associados e tudo mais que diga respeito aos interesses da coletividade que a constitui.

A associação rege-se por seus estatutos, regulamentos, instruções, ordens de serviço, projetos e planos de ação deliberando e resolvendo de acordo com a lei os seus atos institucionais, voltados a:

- Propugnar, junto aos poderes competentes, por todas as medidas que interessem as empresas de transporte de passageiros, mediante sugestões, colaborações e iniciativas;
- Manter estreito contato com as empresas associadas, visando à melhoria das condições de desempenho empresarial;
- Proporcionar aos seus associados os mais variados elementos estatísticos e informativos do transporte coletivo;
- Processar pesquisas de mercado e tendências no uso do transporte coletivo urbano e intermunicipal;
- Colaborar com o sindicato da respectiva categoria econômica;
- Colaborar com os Poderes Públicos na solução dos problemas do transporte coletivo, compatibilizando o bem-estar da população e os interesses da categoria;

Atualmente as empresas de transportes associadas à ATU são:

- Viação Centro Oeste;
- Expresso Dores;
- Expresso Medianeira;
- Gabardo Transportes;
- Transportes Salgado Filho.

Recentemente foi implantado o sistema de bilhetagem eletrônica, onde as fichas de vale-transporte estão sendo substituídas por um cartão eletrônico do Sistema Integrado Municipal (SIM), no qual serão armazenados créditos para utilização nos ônibus de Santa Maria. Entre as vantagens da implantação deste cartão está a segurança, pois há circulação de menores valores dentro do ônibus e dentro das empresas e, em caso de perda ou roubo, é só cancelar o cartão.

Em contrapartida, uma pesquisa realizada por Júnior e Valente (2006), os usuários do transporte coletivo enfrentam sérios problemas relacionados à sua qualidade e à falta de planejamento para o setor. Ocorrem problemas de superlotação em horários de pico, os locais de embarque e desembarque não desempenham a função para a qual são destinados, como oferecer segurança, conforto e informação. Ainda hoje, podemos perceber que estes problemas continuam se repetindo, enquanto a tarifa continua aumentando.

## 5. Resultados

A seguir, temos as situações problemas propostas após a análise do tema e das informações obtidas:

Situação Problema 1: Como podemos esquematizar os itinerários e quais as melhores maneiras diferentes de chegar até a Universidade?

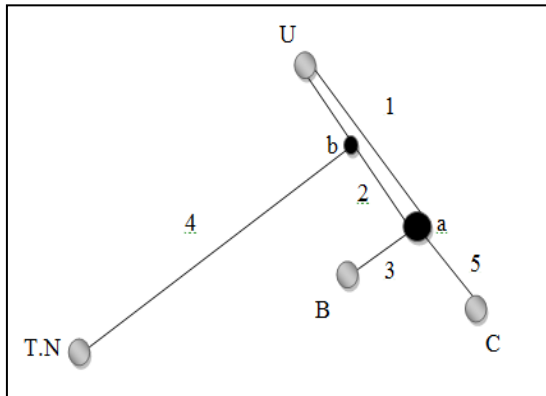
Legendas

U = Universidade
C = Centro
T.N = Tancredo Neves
B = Bombeiros

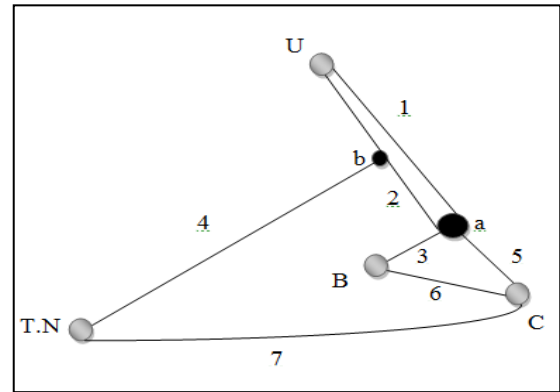
1 = Trajeto Faixa Velha
2 = Trajeto Faixa Nova
3 = Corinthians-Praça dos Bombeiros
4 = Viaduto - T. Neves

Quadros 1 e 2: Representação dos diversos itinerários através dos Grafos 1 e 2

**Grafo 1**



**Grafo 2**



Analisando os Grafos 1 e 2 acima, verificamos como melhores 5 possibilidades de chegarmos até a Universidade, saindo da Praça dos Bombeiros e do Centro temos 2 possibilidades cada itinerário, Faixa Nova (FN) e Faixa Velha (FV), além da única possibilidade de sair da Tancredo Neves. No Grafo 2, estão inclusas as possibilidades de sair do centro e ir até a Praça dos Bombeiros e até Tancredo Neves.

Considerando as seguintes distâncias: Informação referente ao número de paradas de ônibus, conforme arquivos da Secretaria de Controle e Mobilidade Urbana de Santa Maria:

Saída da UFSM

- U → T.N via Faixa Nova = 20,730 km (58 paradas)
- U → B via Faixa Velha = 12,830 km (36 paradas)
- U → B via Faixa Nova = 13,450 km (36 paradas)
- U → C via Faixa Velha = 11,970 km (35 paradas)
- U → C via Faixa Nova = 12,580 km (35 paradas)

Saída dos Bairros

- T.N → U via Faixa Nova = 21,550 km (64 paradas)
- B → U via Faixa Velha = 14,010 km (42 paradas)
- B → U via Faixa Nova = 14,060 km (35 paradas)
- C → U via Faixa Velha = 13,530 km (40 paradas)
- C → U via Faixa Nova = 13,550 km (38 paradas)

Verificamos que a resposta dada à situação anterior, contem os menores percursos que correspondem às opções escolhidas como melhor maneiras de chegarmos até a universidade.

Tabela 1: Estimação do tempo mínimo e máximo dos itinerários

Itinerário	Centro (FV)	Centro (FN)	Bombeiros (FV)	Bombeiros (FN)	T. Neves
Tempo Máximo (hs)	0,67	0,67	0,67	0,67	0,83
Tempo mínimo (hs)	0,47	0,47	0,47	0,47	0,67

Situação Problema 2: Como podemos calcular a velocidade mínima, máxima e média com base nos dados acima, tomando como referência a universidade?

Considerando as fórmulas seguintes, relacionaremos as grandezas.

$$V = \Delta d / \Delta t \quad e \quad a = \Delta V / \Delta t$$

Em que:  $V = \text{velocidade}$   $d = \text{distância}$   $a = \text{aceleração}$   $t = \text{tempo}$

Tabela 2: Saída Da UFSM

Itinerário	Centro (FV)	Centro (FN)	Bombeiros (FV)	Bombeiros (FN)	T. Neves
Velocidade Mínima (Km/h)	17,86	18,78	19,15	20,07	24,98
Velocidade Máxima (Km/h)	25,47	26,77	27,30	28,62	30,94

Tabela 3: Saída Dos Bairros

Itinerário	Centro (FV)	Centro (FN)	Bombeiros (FV)	Bombeiros (FN)	T. Neves
Velocidade Mínima (Km/h)	20,19	20,22	20,91	20,98	25,96
Velocidade Máxima (Km/h)	28,79	28,83	29,81	29,91	32,16

Considerando que em cada parada o ônibus fica parado por 10 segundos, exceto na primeira e na última que consideraremos que fica parado por 30 segundos para o embarque inicial e o desembarque final vamos recalcular os tempos e as velocidades:

Tabela 4: Saída Da UFSM

Itinerário	Centro (FV)	Centro (FN)	Bombeiros (FV)	Bombeiros (FN)	T. Neves
Velocidade Mínima (Km/h)	21,37	22,46	29,91	24,02	31,41
Velocidade Máxima (Km/h)	33,25	39,94	35,64	37,36	41,46

Tabela 5: Saída Dos Bairros

Itinerário	Centro (FV)	Centro (FN)	Bombeiros (FV)	Bombeiros (FN)	T. Neves
Velocidade Mínima (Km/h)	24,6	24,64	25,94	25,11	33,67
Velocidade Máxima (Km/h)	38,66	38,71	41,21	39,06	44,9

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da realização do trabalho, percebemos que o assunto do cotidiano da maioria das pessoas como o transporte coletivo urbano pode ser aplicado de diversas maneiras em sala de aula através da Modelagem Matemática possibilitando observar as vantagens e a importância desta metodologia nos mais diversos níveis de ensino.

No desenvolvimento do trabalho, encontrou-se dificuldade para a coleta de dados, pois ao solicitar as informações às empresas ou à Associação, estes não retornavam ou demoravam a responder e, quando respondiam, informou que estes dados não poderiam ser disponíveis a comunidade acadêmica. Com isso vemos que para a realização deste tipo de trabalho é necessário tempo e persistência e, por isso, muitas vezes não acontece como esperávamos ou não conseguimos realizá-lo em prazos pré-determinados.

Enfim, a Modelagem Matemática é uma metodologia extremamente viável na sala de aula, porém, deve ficar muito claro que, no desenvolvimento do trabalho, podemos encontrar dificuldades que não prevíamos no início do trabalho.

## 7. REFERÊNCIAS

- BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem Matemática na sala de aula. Perspectiva**, Erechim (RS), v. 27, n. 98, p. 65-74, 2003.
- ELENI BISOGNIN, E. ; BISOGNIN, V.; ISAIA, S. M. A. **A sala de aula e a modelagem matemática: contribuições possíveis em diferentes níveis de ensino**. Horizontes, v. 27, n.1, p. 79-89, 2009. Disponível em <<http://www.usf.edu.br/itatiba/mestrado/educacao/uploadAddress/79-89%5B14024%5D.pdf>>. Acesso em 22 jun. 2013.
- BURAK, D. A. **Modelagem Matemática e a sala de aula**. In: Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática - I EPMEM, 1, 2004, Londrina. Londrina: UEL, 2004.
- JUNIOR, J.C. F; VALENTE, V. **Ônibus como alternativa de transporte urbano na cidade de Santa Maria, RS: uma análise espacial**. Disc. Scientia. Série: Ciências Humanas, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 65-78, 2006. Disponível em <<http://sites.unifra.br/Portals/36/CHUMANAS/2006/onibus.pdf>>. Acesso em 22 jun. 2013.
- MACHADO, E. S. **Modelagem Matemática: uma possibilidade para o desenvolvimento de habilidades no tratamento da informação**. Disponível em <<http://www.somaticaeducar.com.br/arquivo/artigo/1-2008-09-04-17-56-04.pdf>>. Acesso em 22 jun. 2013.
- MIGOTTO, D. et al. **Modelagem matemática no transporte urbano de Santa Maria**. Disponível em <<http://www.unifra.br/eventos/jornadaeducacao2006/2006/pdf/artigos/matem%C3%A1tica/MODELAGEM%20MATEM%C3%81TICA%20NO%20TRANSPORTE%20URBANO%20DE%20SANTA%20MARIA.pdf>>. Acesso em 22 jun. 2013.
- BORBA, M. C., MENEGHETTI, R. C. G., HERMINI, H. A. **Estabelecendo critérios para avaliação do uso de Modelagem em sala de aula: estudo de um caso em um curso de ciências biológicas**. In: BORBA, M. C. Calculadoras gráficas e educação matemática. Rio de Janeiro: USU, Ed. Bureau, 1999.
- BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: Concepções e Experiências de Futuros Professores**. Tese de Doutorado em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, 2001.

FERRUZZI, E. C. **Modelagem matemática no ensino tecnológico**. In: Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática, 1, Londrina. Anais. Londrina: UEL. 1 CD-ROM. 2004.

FIORIN, J. L. As astúcias da enunciação: as categorias de pessoa, espaço e tempo. São Paulo, Ática, p.42. 1996.