

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

## **MATEMÁTICA E ACESSIBILIDADE: UM ESTUDO DE RAMPAS<sup>1</sup>** **MATHEMATICS AND ACCESSIBILITY: A STUDY OF RAMPS**

**Luigui Rahmeier Silva<sup>2</sup>, Clara Lazzarin De Sá<sup>3</sup>, Vanessa Faoro<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Trabalho realizado na disciplina de Tópicos de Matemática no curso de Arquitetura e Urbanismo.

<sup>2</sup> Aluno do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da UNIJUI,  
luiguirahmeier@hotmail.com

<sup>3</sup> Aluna do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da UNIJUI, c9lara@hotmail.com

<sup>4</sup> Professora Doutora do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUI, Orientadora,  
vanessafaoro@unijui.edu.br

### INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana é um dos grandes desafios enfrentados nos dias atuais, tendo em vista que a cidade deve possibilitar à população o acesso ao transporte público, à indústria, ao lazer, promovendo, portanto, a circulação efetiva e saudável dos cidadãos da mesma, principalmente de Pessoa com Deficiência (PCD). Entretanto, de acordo com uma pesquisa realizada pelo DataSenado, baseado em dados cedidos pelo Instituto Brasileiro dos Direitos das Pessoas com Deficiências (IBDD, 2018), foi constatado que 77% das pessoas que possuem deficiência acreditam não ter seus direitos respeitados no Brasil.

Segundo o artigo publicado por Leitão (2012), na Empresa Brasil de Comunicação aponta que a superintendente do IBDD, Teresa d'Amaral, argumenta que “a legislação brasileira sobre o tema é excelente, mas não houve, nos últimos anos, efetivação dos direitos dessa parcela da população, isso significa a falta de acessibilidade [...] em espaços públicos, em geral”.

A acessibilidade tratada neste trabalho, diz respeito à questão dos espaços físicos, mais especificamente o acesso às rampas, por cadeirantes e pessoas com mobilidade reduzida.

O trabalho tem por objetivo averiguar a acessibilidade de algumas rampas da região central do município de Cruz Alta/RS, analisando a matemática através dos conceitos de proporcionalidade e trigonometria, trabalhados na disciplina de Tópicos de Matemática no curso de Arquitetura e Urbanismo e relacioná-los com as instruções de acessibilidade, conforme as normas do país, destacando a importância da matemática e sua aplicabilidade durante a formação acadêmica no curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIJUI.

### METODOLOGIA

O trabalho será fundamentado em pesquisas disponibilizadas, relacionadas com o regulamento da acessibilidade, como a ABNT NBR 9050/2015, bem como na mobilidade urbana no centro da cidade de Cruz Alta/RS, de modo que fosse possível relacionar a matemática aplicada na área de arquitetura e urbanismo.

O desenvolvimento contou com uma pesquisa a campo para a obtenção de informações de quatro rampas localizadas em Cruz Alta/RS no ano de 2018, e com cálculos realizados utilizando os conceitos proporcionalidade, trigonometria, e a fórmula da inclinação (Equação (1)), estando esta disponibilizada no item 6.6.2 da norma regulamentadora:

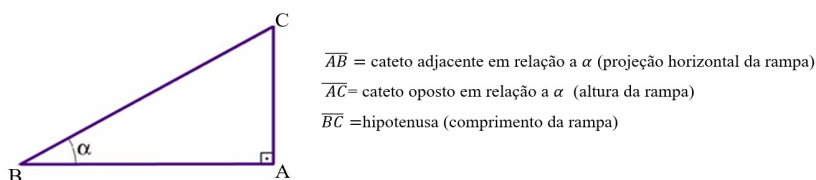
**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

$$i = (h \times 100) / c \quad (1)$$

onde:  $i$  é a inclinação em porcentagem,  $h$  é o desnível da rampa (altura da rampa) e  $c$  é a projeção horizontal da rampa sobre o solo.

O triângulo ABC, presente na vista lateral da Figura 1, é um triângulo retângulo. Analisando a Equação (1) da NBR 9050, é possível notar que a razão entre a altura da rampa (cateto oposto) e o comprimento da projeção horizontal da rampa (cateto adjacente) é conhecida como tangente de um ângulo.

Figura 1 - Triângulo retângulo.



Fonte: Os autores (2018)

Considera a tangente do ângulo  $\alpha$  (Equação 2), a razão entre cateto oposto e cateto adjacente (IEZZI, 2013).

$$\tan \alpha = (\text{cateto oposto de } \alpha) / (\text{cateto adjacente de } \alpha) \quad (2)$$

onde  $\alpha$  é o ângulo em estudo, cateto oposto de  $\alpha$  é a altura da rampa e cateto adjacente de  $\alpha$  é projeção horizontal da rampa.

Assim, é possível trabalhar com as razões trigonométricas através da rampa de acesso. A Equação (1), apresentada nas normas de regulamentação foi usada para descobrir a inclinação em porcentagem das rampas em estudo. A relação trigonométrica, dada pela Equação (2) foi usada para encontrar o ângulo de inclinação das rampas em estudo. A inclinação em porcentagem de rampas e rodovias é discutida dessa forma, conforme normas técnicas, portanto,  $\tan \alpha = i$ , multiplicando o valor por 100, obtém-se o resultado em porcentagem.

Conforme as normas Brasileiras de Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, ANBT NBR 9050/2015, para que as rampas em pesquisa estejam em acordo, as mesmas deverão manter o máximo de 8,33% em seu alicive, conforme a Tabela 1 e o item 6.6.2.1.

Tabela 1 - Dimensionamento de rampas.

Desníveis máximos de cada segmento de rampa $h$ (m)	Inclinação admissível em cada segmento de rampa $i$ (%)	Número máximo de segmentos de rampa
1,50	5,00 (1:20)	Sem limite

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

Desníveis máximos de cada segmento de rampa h (m)	Inclinação admissível em cada segmento de rampa i (%)	Número máximo de segmentos de rampa
1,00	5,00 (1:20)	Sem limite
0,80	6,25 (1:16) <math>i \leq 8,33 (1:12)</math>	15

Fonte: ABNT NBR 9050/2015 (2015, p. 59)

Em relação às situações encontradas nas ruas da cidade, utilizou-se o item 6.6.2.2 instituindo que em reformas, quando esgotadas as possibilidades de soluções que atendam integralmente à Tabela [...], podem ser utilizadas inclinações superiores a 8,33% (1:12) até 12,5% (1:8) (ABNT NBR 9050/2015, 2015, p. 59). A Tabela 2 apresenta as dimensões das rampas em situações excepcionais citada na norma 6.6.2.2.

Tabela 2 - Dimensionamento de rampas para situações excepcionais.

Desníveis máximos de cada segmento de rampa h (m)	Inclinação admissível em cada segmento de rampa i (%)	Número máximo de segmentos de rampa
0,20	8,33 (1:12)	4
0,075	10,00 (1:10)	1

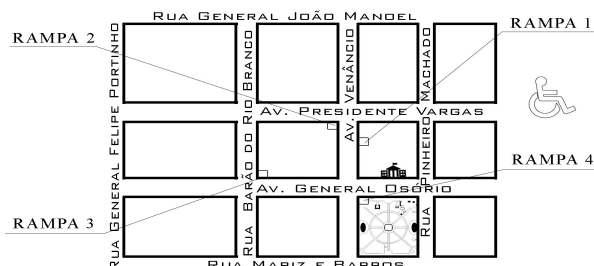
Fonte: ABNT NBR 9050/2015 (2015, p. 59)

A largura das rampas deve ser estabelecida de acordo com o fluxo de pessoas, embora a largura recomendada seja de 1,50 m, a norma 6.6.2.5 estabelece que a largura livre mínima recomendável para as rampas em rotas acessíveis é de 1,50 m, sendo o mínimo admissível de 1,20 m (ABNT NBR 9050/2015, 2015, p. 59).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo foi realizado em quatro rampas efetuadas em situação de reforma, localizadas no bairro central na cidade de Cruz Alta/RS próximas à prefeitura municipal, representadas na Figura 2.

Figura 2 - Localização das rampas em estudo no mapa de Cruz Alta/RS.

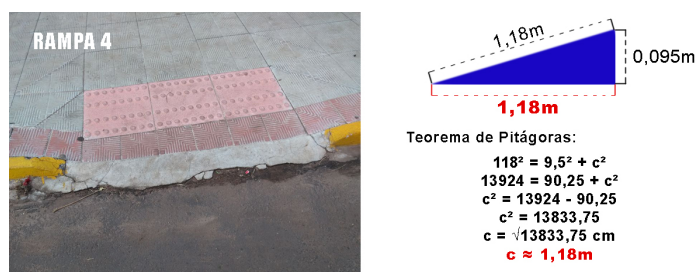


**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

Fonte: Os autores (2018)

Todas as localizações de ingresso para cadeirantes se encontram próximas à praça Firmino e Paula e calçada da cidade, área de comércio e lazer da população e por seguinte com grande fluxo durante todo o dia, necessitando assim de acessos rápidos para estes. Na Figura 3, encontram-se os cálculos utilizando o teorema de Pitágoras (a soma dos quadrados dos catetos é igual ao quadrado da hipotenusa,  $H^2 = C^2 + C^2$ ) para encontrar valores das rampas, que por motivos físicos, não foram possíveis na medição a campo.

Figura 3 - Imagem das quatro rampas e cálculos para encontrar o comprimento (c).



Fonte: Os autores (2018)

Posteriormente, com a utilização da Equação (1), obtém-se os resultados da inclinação apresentados na Tabela 3 e o ideal conforme as normas da ABNT NBR 9050/2015. Foi analisado que apenas uma das rampas se enquadra nas condições ideais de aclave e que a rampa 3 possui um valor significativo ao admissível e assim, podendo provocar dificuldades e possíveis acidentes com PCD.

Tabela 3 - Resultados das inclinações em estudo.

Rampa	Ângulo de inclinação (calculado pela Equação 02)	Largura Calculada % (calculado pela Equação 01)	Largura Coerente Conforme ABNT NBR 9050/2015
Rampa 1	8,70°	15,31	≤ 10,00
Rampa 2	6,11°	10,71	≤ 10,00
Rampa 3	14,47°	26,56	≤ 10,00
Rampa 4	4,60°	8,05	≤ 10,00

Fonte: Os autores (2018)

A Tabela 4 apresenta as informações da largura obtidas na coleta a campo e a largura conforme ABNT NBR 9050/2015 (norma 6.6.2.5). Nota-se que os resultados foram coerentes conforme a norma, exceto na rampa 3, onde novamente não alcançou os requisitos mínimos de dimensionamento da estrutura.

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

Tabela 4 - Largura obtida na coleta a campo e largura conforme ABNT NBR 9050/2015.

<b>Rampa</b>	<b>Largura Calculada m</b>	<b>Largura Coerente Conforme ABNT NBR 9050/2015</b>
Rampa 1	1,27	
Rampa 2	1,34	Mínimo: 1,20m
Rampa 3	0,89	Recomendado: 1,50m
Rampa 4	1,36	

Fonte: Os autores (2018)

O estudo mostra que apenas a rampa 4 se enquadrou em todos nas normas analisadas da NBR 9050/2015, possuindo a largura e inclinação de acordo com a mesma, sendo, portanto, a única rampa ideal para a segurança quanto à acessibilidade de PCD.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a elaboração do trabalho, concluiu-se que dentre as quatro rampas estudadas, apenas uma está dentro da inclinação recomendada (ANBT NBR 9050/2015), e três possuem a largura acima de 1,20 m. Foi possível explorar a trigonometria sob outra perspectiva, onde arquitetos representam a inclinação de forma diferente, por meio de porcentagem. Também foi analisado como projetar uma rampa de acordo com os padrões da acessibilidade do país.

Desse modo, a matemática apresenta sua colaboração, auxiliando com regras da trigonometria na construção de rampas de acesso, possibilitando relacionar os conceitos estudados na disciplina de Tópicos de Matemática, pois os mesmos são de suma importância no que diz respeito à formação do arquiteto e urbanista.

#### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015. 148p.

IBDD - Instituto Brasileiro dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Disponível em: <http://www.ibdd.org.br/noticias/noticiaspesquisa%20data%20senado%20ibdd.asp>. Acesso em: 25 de maio de 2018.

IEZZI, Gelson. Fundamentos de matemática elementar: trigonometria. São Paulo: Atual, 1993/2013. v. 3.

LEITÃO, Thais Leitão, Acessibilidade é desafio para pessoas com deficiência em todo o país. Agência Brasil - Empresa de Comunicação, 2012. Disponível em: <http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2012-12-03/acessibilidade-e-desafio-para-pessoas-com-deficiencia-em-todo-pais>. Acesso em: 23 Jun. 2018.