

Unidade Curricular

Projetos Arquitetônicos

Material de apoio à ação
docente



**SECRETARIA DE
EDUCAÇÃO E ESPORTES**

**SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

Secretário de Educação e Esportes

Marcelo Andrade Bezerra Barros

Secretário Executivo Planejamento e Coordenação

Leonardo Ângelo de Souza Santos

Secretária Executiva do Desenvolvimento da Educação

Ana Coelho Vieira Selva

Secretária Executiva de Educação Profissional e Integral

Maria de Araújo Medeiros

Secretário Executivo de Administração e Finanças

Alamartine Ferreira de Carvalho

Secretário Executivo de Gestão da Rede

João Carlos Cintra Charamba

Secretário Executivo de Esportes

Diego Porto Perez



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Elaboração

Viviane Cristina Silva Araújo Almeida

Equipe de coordenação

Alison Fagner de Souza e Silva
Chefe da Unidade do Ensino Médio (GPEM/SEDE)

Ana Carolina Ferreira de Araújo
Gerente de Políticas Educacionais do Ensino Médio (GPEM/SEDE)

Durval Paulo Gomes Júnior
Assessor Pedagógico (SEDE/SEE-PE)

Revisão

Ana Karine Pereira de Holanda Bastos
Rosimere Pereira de Albuquerque



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Sumário

1. Apresentação	5
2. O fenômeno urbano e as relações espaciais	7
Orientações para realização de atividades	11
Orientações para a avaliação	13
3. O que são vias?	14
Orientações para realização de atividades	17
Orientações para a avaliação	18
4. Modelo urbano e conceitos matemáticos	19
Orientações para realização de atividades	21
Orientações para a avaliação	22
5. Matemática como recurso de acessibilidade	23
Orientações para realização de atividades	25
Orientações para a avaliação	26
6. Referências bibliográficas	27



I. Apresentação

Prezado/a Professor/a,

Projetos Arquitetônicos é uma Unidade Curricular (UC) destinada aos estudantes do 2º ano do Ensino Médio da Rede Pública Estadual de Pernambuco e fundamentada na Portaria nº 1.432/2018, que orienta a elaboração dos Itinerários Formativos.

Esta Unidade Curricular está inserida na *Trilha Matemática, Design e Criatividade* do Itinerário Formativo Integrado da área de conhecimento de Matemática. Nessa trilha, há um enaltecimento da linguagem Matemática, indicando suas peculiaridades, seus códigos bem definidos e sua relação semântica objetiva que influenciam na realidade, auxiliando na interpretação, leitura e inferência na solução de problemas socioculturais e ambientais. Os aprendizados e as práticas vivenciadas na Formação Geral Básica, para a trilha, serão aprofundados como instrumentos à ciência, à comunicação, à cultura e à tecnologia.

Para a UC *Projetos Arquitetônicos*, considera-se que o estudante mobilize conhecimentos e recursos matemáticos e físicos para entender e propor soluções quanto à organização e construção de vias urbanas e rodoviárias, além de soluções quanto à acessibilidade, ciclovias, entre outros. No desdobramento desta UC, serão enfatizados dois Eixos Estruturantes: *Mediação e Intervenção Sociocultural* e *Empreendedorismo*, com as respectivas habilidades:

(EMIFCNT08PE) Selecionar e mobilizar conhecimentos e recursos matemáticos e físicos para propor ações individuais e/ou coletivas de mediação e intervenção sobre problemas socioculturais e ambientais relacionados à organização e a construção de vias urbanas e rodoviárias.

(EMIFMAT11PE) Selecionar e mobilizar conhecimentos e recursos da Matemática e da Física associados à acessibilidade em projetos arquitetônicos que visam a construção de vias urbanas e rodoviárias para desenvolver um empreendimento social.

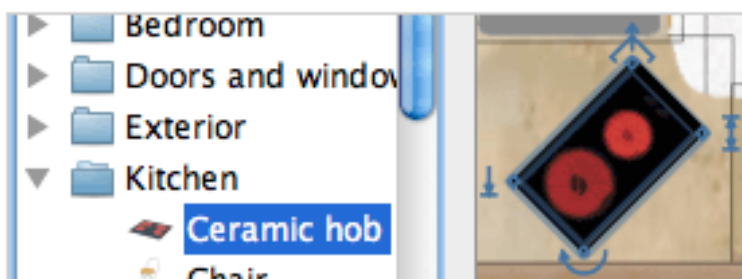


SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

A proposta da ementa: Análise das relações espaciais e proposição de projetos relacionados a construção das vias de acesso (estradas rurais, vias urbanas e rodoviárias, ciclovias, acessibilidade), estudo das funções, razão e proporção, Geometrias Plana e Espacial, Grandezas e Medidas, conhecimentos relacionados à força, dilatação térmica, capacidade de carga, elasticidade, entre outros.

Sendo assim, este material de apoio à ação docente tem como objetivo contribuir para o trabalho do docente com sugestões que se referem a unidade curricular Projetos Arquitetônicos, com foco nas habilidades e eixos estruturantes.





2. O fenômeno urbano e as relações espaciais

O planejamento e a construção das cidades tem como objetivo atender às necessidades da população. As características espaciais como a localização das residências, os aspectos ambientais, os meios de transporte de deslocamentos para atividades profissionais e de lazer devem ser consideradas, pelos profissionais responsáveis por desenvolverem projetos arquitetônicos, a interação e a percepção das pessoas com o ambiente, a fim de estabelecer os meios construtivos adequados à melhoria da circulação. A partir dessa perspectiva, as relações espaciais tornam-se fundamentais, à medida que corroboram para um sistema viário compatível com a demanda gerada pela circulação de veículos e pedestres, entregando as comunidades, obras estruturais de qualidade com menor impacto ambiental e econômico.

O fenômeno urbano é um objeto complexo em permanente movimento (crescimento, expansão, transformação, segregação, etc.) de múltiplas manifestações e de múltiplas implicações. Partindo-se dessas manifestações o planejador precisa descobrir, ou melhor, definir, elucidar o problema da cidade em seu movimento de transformação permanente. Essa formulação vai além da simples descrição ou elaboração estatística. Ela busca a explicação do movimento da evolução urbana, para localizar por intermédio desse movimento o objeto real do planejamento urbano. Tal formulação realiza-se mediante a análise do movimento concreto de cada cidade e da busca de uma síntese explicativa para seu desenvolvimento. Somente a partir dessa formulação é que se torna possível a definição dos objetivos da ação planejadora. Os objetivos constituem -se em ações viáveis referentes e destinadas a mudar o movimento concreto da evolução urbana em suas tendências indesejadas. Essa intervenção prática estará, assim, garantida por um método científico que dirige a ação do planejador desde a definição do problema concreto até a formulação de propostas para o seu tratamento.

GONZALES, Suely Franco Netto. **Proposições sobre o objeto e o método do planejamento urbano.**



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Relações espaciais, são associações utilizadas para relatar as diferentes conexões entre os elementos do mundo real. De uma forma mais simples, as relações espaciais podem ser definidas como uma forma de interação e percepção dos indivíduos com o mundo.

LANDAU e JACKENDOFF, 1993.

A arquitetura se utiliza da relação entre projeto arquitetônico e configuração espacial, analisando a interdependência entre os atributos da forma e da estrutura espacial, a partir de padrões entre as funções das vias de acesso, ocupação, mobilidade e impactos socioculturais, ambientais e de acessibilidade.

Quando estamos em um bairro e precisamos chegar a uma casa, já não basta saber apenas seu número. Precisamos saber também em que rua do bairro a casa está localizada. Portanto, são necessárias duas informações. No modelo matemático, teremos a localização de um ponto no plano.

TOLEDO e TOLEDO (2009, p. 224)

Estudos de viabilidade técnica, ambiental e econômica são fundamentais para a construção de projetos rodoviários, de forma a identificar a alternativa mais viável a ser implantada. Perspectivas ambientais, sociais, construtivas, operacionais e de segurança devem ser consideradas pelos profissionais que desenvolverão e executarão o projeto de uma via urbana, com o objetivo de garantir eficiência, qualidade e menores custos na implantação de uma obra viária.



Nessa perspectiva, apresentamos, como exemplo, trechos do estudo técnico de viabilidade para implantação de um binário, disponível em artigo científico referenciado.

PESQUISA DE TRÁFEGO

Os procedimentos para o levantamento de dados de campo são as pesquisas, utilizadas na engenharia de tráfego, que são feitas mediante entrevista ou observação direta. Para a coleta de dados no trânsito temos as contagens volumétricas que visam estabelecer a quantidade, o sentido e a composição do fluxo de veículos que passam por um ou vários pontos em do sistema viário em um determinado período, as informações coletadas com a contagem serão utilizadas em análise de congestionamento, acidentes, projetos de canalização do tráfego, no dimensionamento do pavimento e em diversas melhorias para o trânsito.

As contagens Volumétricas podem ser feitas da seguinte maneira:

a) Contagem manual

São feitas com fichas e contadores manual, comumente utilizadas para a classificação de veículos, análise de interseção ou contagem em rodovias com muitas faixas, as vantagens do método consistem na fácil operação, com baixo custo e alta flexibilidade quanto a mudança de local de coleta em curto espaço de tempo.

b) Contagem automática

Nesse método as contagens são feitas de forma automatizada com diversos tipos de contadores, que detectam os veículos através de tubos pneumáticos ou dispositivos magnéticos, sonoros, células fotoelétricas entre outros, alguns desses contadores podem ser utilizados para outros fins. A desvantagem desse método se dá pelo custo elevado e a dificuldade de deslocamento para outro ponto de coleta, além de sua exposição a roubo e vandalismo.

c) Videoteipe

Trata-se de um procedimento que consiste em utilizar câmeras de vídeo para determinar o volume de tráfego. Com este método muitas vezes se gasta mais tempo em sua instalação do que na própria coleta manual, mas oferece algumas vantagens como, permitir que apenas um observador levante todos os movimentos direcionais da via, por maior que seja, permite maior confiança nos resultados pois há provas em vídeos, possibilita obter outros dados na mesma coleta.

A região de estudo para a implantação do sistema de binário tem como vias principais avenida Régis Pacheco e Avenida Centenário, tendo como vias que limitam a área de estudo a Avenida Presidente Dutra e Travessa Santa Rita, as demais vias que estão no centro do quadrilátero (apresentado na figura 02) farão parte do estudo. Essa área possui

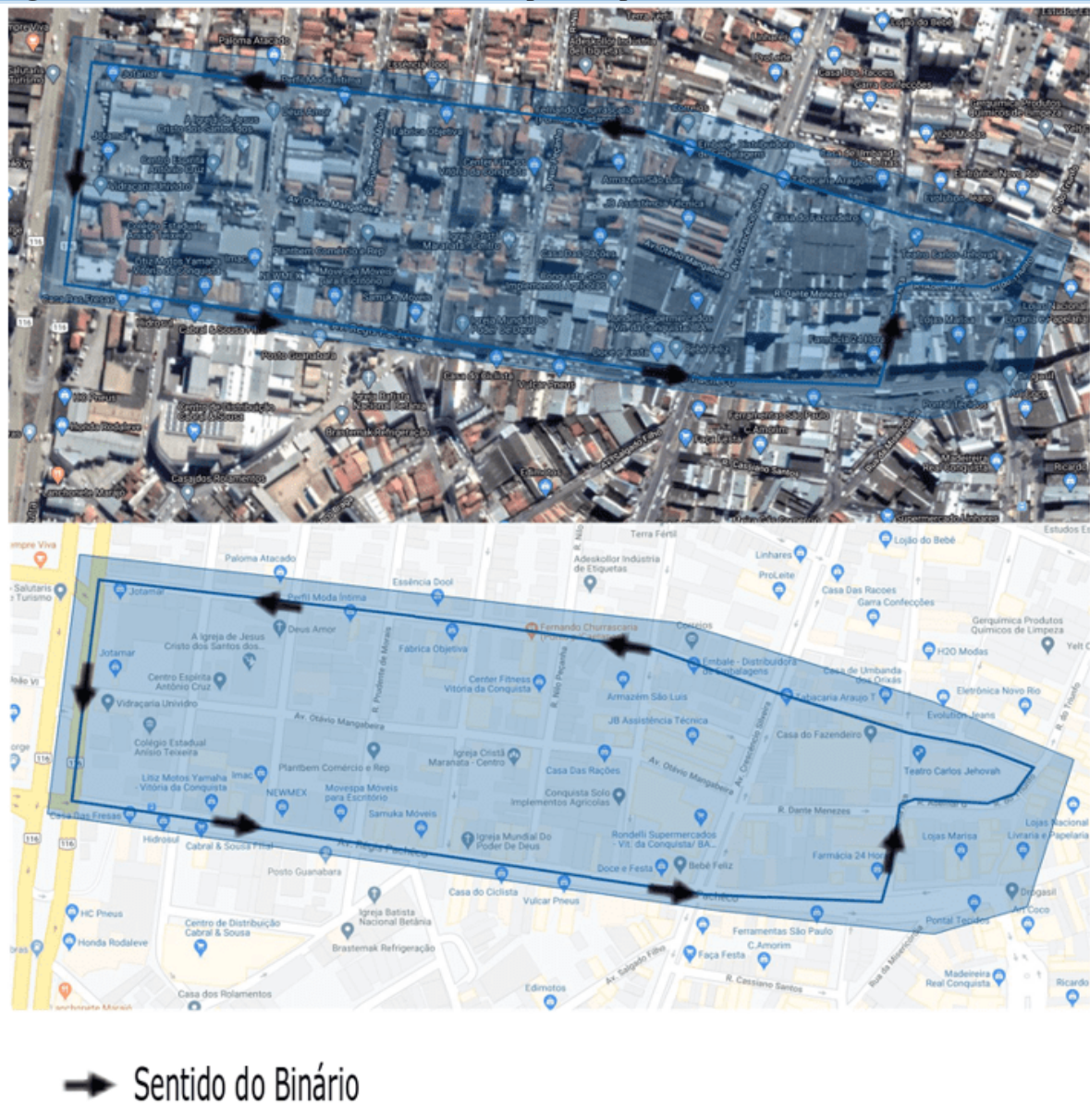


SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

grande densidade de veículos e pedestres, além de ter uma quantidade considerada de moradores e trabalhadores.

Figura 02: Demarcação de área de estudo para implantação de sistema de binário



Fonte: Google Maps (2020).

A área de abrangência na área marcada corresponde à região de estudo, onde se encontram as Avenidas Régis Pacheco e Avenida Centenário, que são as vias principais do Binário, contemplam mais nove vias no sentido perpendicular e três vias no sentido paralelo às vias principais do estudo incluindo uma praça com área de estacionamento. O trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisa de campo com levantamento de



tráfego no local de estudo, tendo como metodologia de estudo a contagem volumétrica para análise de capacidade de e nível de serviço da região estudada.

Fonte disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/binario-de-transito>. Acesso em: 15/09/2022

Orientações para realização de atividades

É importante o professor considerar que a Unidade Curricular *Projetos Arquitetônicos* tem como desafio estimular o olhar crítico, investigativo, interventivo e empreendedor, dos estudantes do Ensino Médio, sobre questões do cotidiano que afetam os indivíduos da sua comunidade ou espaço de convivência.

Ao considerar as vias de trânsito, indispensáveis nas relações humanas, que favorecem a mobilidade, transporte e comunicação, faz-se necessário um projeto de qualidade que atenda a necessidade da população, com menor impacto espacial, ambiental e financeiro. Uma possibilidade é que o docente sugira como atividade que os estudantes realizem pesquisas, através de ambientes virtuais, em sua comunidade, explorando, por exemplo, o *software Google Earth*, identifiquem e marquem, com recursos disponíveis na barra de ferramentas do *software*, a sua residência e localização na rua, as vias de acesso ao seu bairro, as ciclovias e rodovias. Os marcadores disponíveis na plataforma são manipuláveis, o professor pode propor aos estudantes que meçam com a régua o comprimento das principais vias do bairro, a distância entre a padaria e a farmácia.



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO



Fig 01. Distância entre pontos

Fonte disponível em: <https://www.tekimobile.com/dicas/como-medir-distancias-com-o-google-earth/>. Acesso em: 21/08/22

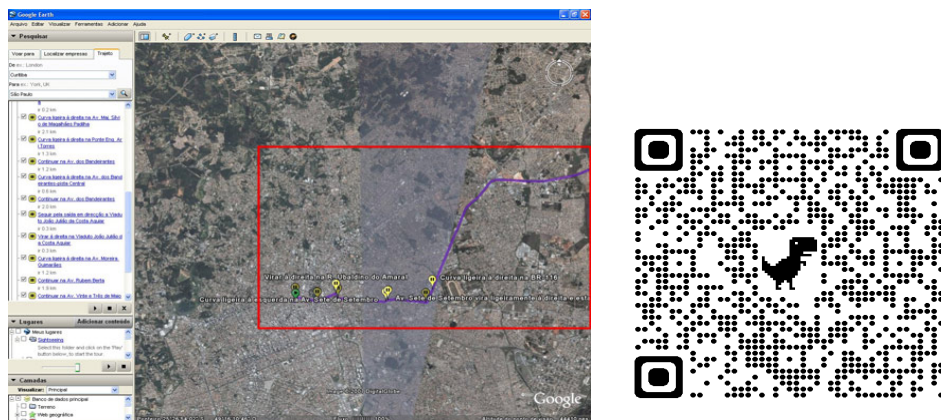


Fig 02. Área

Fonte disponível em:
<https://www.tecmundo.com.br/internet/644-desvende-todos-os-comandos-e-funcoes-basicas-do-incrivel-google-earth-.htm> Acesso em: 21/08/22

Caso deseje consultar o tutorial sobre a manipulação dos marcadores, está disponível no link [Criação de marcadores de pontos, linhas e polígonos no Google Eart...](#)

Durante esta atividade, os estudantes utilizarão de forma significativa e com protagonismo, conhecimentos de Geometria como o ponto, a reta e o plano, as retas



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

paralelas, as concorrentes oblíquas e as perpendiculares, as retas paralelas interceptadas por transversais, a semelhança, a área das figuras planas. A depender do planejamento e proposta do docente, o plano cartesiano e os pares ordenados, auxiliando no estudo das Funções.

Orientações para a avaliação

A avaliação é fundamental no processo de ensino e aprendizagem. Conforme as orientações para as atividades sugeridas pelo docente, é importante observar sistematicamente o desempenho e a autonomia do estudante no decorrer do processo, individualmente e em equipe. Sugerimos também nesta fase do trabalho, promover debates com os estudantes a fim de que cada um comunique suas impressões e experiências sobre as atividades propostas.



3. O que são vias?

As vias são faixas de terrenos desenvolvidas para o trânsito de pedestres, veículos e animais e são constituídas de pistas, acostamentos, ilhas e canteiros. O processo de classificação das vias acontece de forma a agrupá-las hierarquicamente em subsistemas, de acordo com o tipo de serviço que deve fornecer e a função que exercem dentro do sistema viário. É importante que o estudante do Ensino Médio se aproprie ampliando seus conhecimentos, no que diz respeito às vias de trânsito, para que possa perceber as reais necessidades de sua comunidade e posteriormente desenvolver projetos voltados a sua organização e efetivo funcionamento. Identificando e classificando as vias, o discente compreenderá as necessidades de mobilidade da população, percebendo as variáveis de fluxo, acessibilidade e razão de deslocamento.

Via é a superfície por onde transitam veículos, pessoas e animais (pista, calçada, acostamento, ilha e canteiro central).

As vias são classificadas de acordo com o fim que ela é destinada, assim como o espaço geográfico em que se situa. Ressalta-se que nem sempre é fácil classificar as vias apenas pela observação de sua engenharia ou localização, sendo importante, por este motivo, que o órgão responsável divulgue a classificação que considera adequada, em relação às vias sob sua área de atuação territorial.

A classificação de vias é levada em consideração, principalmente, para se estabelecer os limites de velocidade, sendo previsto inclusive, no artigo 61, limites pré-determinados, com base em tal classificação, para os trechos não sinalizados pelo órgão ou entidade executivo de trânsito ou rodoviário com circunscrição sobre o local.

As vias são classificadas inicialmente como Urbanas e Rurais. Se uma localização possuir imóveis edificados ao longo de sua extensão, essa por sua vez é classificada como Via Urbana. A classificação das Vias Urbanas:

Via arterial – Aquela caracterizada por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade.



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Via coletora – Aquela destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade.

Via de trânsito rápido – Aquela caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível.

Via local – Aquela caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas.

Classificação das Vias Rurais:

- **Rodovia** – Via rural pavimentada.
- **Estrada** – Via rural não pavimentada.

Algumas vias, por exemplo, permitem maior velocidade que outras, há vias que são utilizadas como acesso à residência em que não possui uma grande movimentação de veículos e outras que diferentemente a movimentação é alta, e por isso é que se resolveu classificar cada uma destas vias para que tivessem um maior controle, tanto os condutores como os fiscalizadores e órgãos responsáveis pelo trânsito.

Fonte disponível em: <https://clubedetran.com.br/classificacao-vias-de-transito/>. Acesso em: 22/08/2022

Geometria da via

A geometria ou projeto geométrico de uma via urbana ou rodovia é formado pelo agrupamento de levantamentos, investigações e conceitos dos mais viáveis resultados técnicos, de cálculos e de outras séries de elementos, que de forma equilibrada, integram as fases da engenharia, garantindo assim efetividade técnica, econômica e social. O desenho das ruas, possibilita maior segurança e qualidade de vida a população, ampliando a visibilidade e a acessibilidade de pedestres, ciclistas e motoristas.



A geometria da via, ou o traçado da rodovia, é definido como um alinhamento que tem por função representar o eixo principal em planta e em perfil. Com o alinhamento principal são definidos outros parâmetros como as faixas de rolamento, plataforma, acostamento, drenagem e os taludes em seção de cortes e aterros. Por teoria, a geometria nos ensina que a menor distância entre dois pontos é uma reta. Entretanto, o traçado de uma rodovia nem sempre pode ser apenas uma reta, devido os altos custos envolvendo escavações e a topografia dos locais. Dessa forma, objetiva-se uma alternativa em que os benefícios sejam superiores aos custos no período do projeto, geralmente mais do que 30 anos.

Dentre os fatores que influenciam na geometria da via, podemos destacar:

- Relevo;
- Condições Geológicas e Geotécnicas;
- Condições hidrológicas;
- Impactos ambientais;
- Volumes de Terraplenagem e distâncias de Transporte;
- Construções especiais;
- Interferência em outras obras.

O **tipo de relevo** influencia no traçado devido a necessidade de movimentação de terra, onde relevos ruins exigem movimentações mais custosas que só são consideradas viáveis em situações de elevado volume de tráfego. Os tipos de relevo são:

Plano: Exige pequeno volume de movimentação onde não há a necessidade de obras especiais e de elevado custo. Além disso, permite um projeto com boa distância de visibilidade.

Ondulado: Exige volume de movimentação médio, com curvas suaves e pequenas inclinações.

Montanhoso: Possui mudanças significativas de elevação, onde é necessário grandes movimentações de terra, curvas acentuadas e construção de túneis.

O tipo de relevo é identificado por cartas topográficas e mapeamentos do IBGE, por exemplo. As imagens de satélite auxiliam também na classificação básica do relevo.

As **condições geológicas e geotécnicas** são importantes para os projetos de **terraplenagem** e **fundação das obras**. São realizadas sondagens que permitam a identificação das propriedades do material coletado, bem como para verificar a dificuldade de **cortes no solo** e a



permeabilidade. O projeto geométrico deve **evitar cortes em rochas**, cortes que atinjam **lençol freático** ou **aterros em solo mole**, pois nesses casos é necessária a aplicação de técnicas especiais e de elevado custo. As **condições hidrológicas** são necessárias para os projetos de drenagem das rodovias, verificando o volume de descarga de água nos exutórios das bacias. O traçado deve evitar, quando possível, as travessias em rios e córregos. Além disso, deve-se evitar traçados com agressão ambiental como por exemplo em regiões de **preservação ambiental**.

Fonte disponível em:

<https://alemdainercia.com/2019/03/06/os-fatores-que-influenciam-na-geometria-de-uma-rodovia/#:~:text=A%20geometria%20da%20via%2C%20ou,se%C3%A7%C3%A3o%20de%20cortes%20e%20aterros.>

Acesso em: 23/08/2022

Orientações para realização de atividades

A partir do conhecimento sobre a classificação das vias e sua geometria, o professor pode propor um debate com os estudantes, a fim de traçar a geometria das vias de acesso em (estradas rurais, vias urbanas, rodovias e ciclovias) que circundam sua comunidade, indicando suas conexões espaciais com a população, moradia, meio ambiente, transporte e acessibilidade explorando suas relações com a Geometria Euclidiana. Em relação a geometria das vias, devem ser observadas o tipo, se a estrada é simples ou dupla, se possui faixa de subida, viadutos, pontes, acostamento e curvas sinuosas.

Após levantamento das características das vias de acesso a comunidade, o professor pode sugerir que os estudantes realizem uma atividade de campo de forma a visualizar a partir de imagens fotográficas e posterior construção de croquis dessas vias, indicando as dificuldades no acesso e deslocamento da população no que tange a calçada de pedestre, pavimentação preservada ou não, apresentando desgastes, buracos ou ondulações, a presença de acostamento, pintura das faixas, sinalização, ligações que



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

facilitam ou inviabilizam a visualização dos espaços de rolamento dos veículos e acessibilidade para cadeirantes, idosos e cegos.

Problemas na geometria das vias, associados a falhas na pavimentação e sinalização desregulada ampliam a insegurança dos transeuntes e influenciam no aumento dos acidentes de trânsito.

Orientações para a avaliação

Neste momento da unidade curricular, o docente deverá avaliar o desempenho dos estudantes conforme as orientações para as atividades, observando as etapas desenvolvidas considerando organização, empenho, sistematização, bem como se o estudante percebe as relações espaciais vivenciadas em campo, a fim de identificar, em seu ambiente, aspectos espaciais que corroborem com a dinâmica das vias urbanas.



4. Modelo urbano e conceitos matemáticos

A unidade curricular Projetos Arquitetônicos, possibilita a abordagem da Geometria Urbana como facilitadora para compreensão da Geometria Euclidiana, mesmo diferenciadas pela métrica da distância, algumas propriedades e aparência dos gráficos o ensino das duas fortalece a matemática enquanto ferramenta para o desenvolvimento de modelos urbanos, além de contribuir para que o estudante contextualize a geometria em suas práticas escolares com o auxílio e a manipulação de novas tecnologias pela busca da compreensão e representação organizada dos espaços urbanos, já que a geometria urbana está mais próxima de sua realidade. Assim, propõe-se implicar os estudantes em situações em que busquem soluções para problemas do dia a dia a partir do olhar espacial impulsionado através do conhecimento matemático e tecnológico.

Para compreender os elementos dessa geometria, é necessário apresentar como estão representados os pontos, as linhas e as distâncias entre pontos. Os pontos são representados em malhas quadriculadas, semelhantes às quadras de um bairro e, a partir dele podemos traçar linhas e formas geométricas.

A Geometria Urbana permite que se utilize para modelar algo que faz parte do cotidiano dos moradores das cidades, a rede das vias públicas, apresentado de forma simplificada de modo a imaginarmos uma cidade bem planejada, onde os bairros têm o mesmo tamanho e as ruas são percorridas no sentido norte-sul ou leste-oeste. Como veremos, por meio de uma pressuposição simples, a metáfora da rede viária pode ser estendida ao espaço todo. Diferente da métrica usual, cuja definição de distância é bem conhecida, a métrica urbana define a distância d_U (distância urbana ou distância dos bairros) entre dois pontos, $A(x_1, y_1)$ e $B(x_2, y_2)$, através da soma das distâncias horizontais e verticais, $d_U(AB) = |x_2 - x_1| + |y_2 - y_1|$, que corresponde à distância percorrida pelos carros que se movimentam nas ruas da cidade. Observe que usamos o módulo, ou seja, o valor absoluto, das diferenças para garantir que a distância seja sempre não-negativa. Vejamos um exemplo. Um carro sai do ponto $A(1,1)$ para o ponto $B(4,3)$. Para tanto percorre três bairros na linha horizontal $y = 1$ e dois bairros na linha vertical $x = 4$, conforme a Figura 1. Assim, a distância percorrida pelo carro será de 5 bairros.

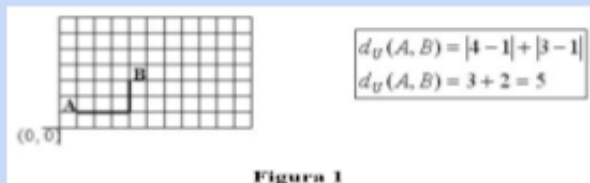


Figura 1



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

A pressuposição a qual já aludimos é simplesmente que qualquer segmento horizontal ou vertical será considerado uma “rua” na Geometria Urbana. O propósito dela é garantir que a função de distância seja definida para cada par dos pontos do espaço. É interessante observar que, se A e B não estiveram no mesmo segmento horizontal ou vertical, há vários caminhos entre A e B que resultam na mesma distância percorrida, ou seja, certos tipos de desvios não acarretam no aumento da distância. Por exemplo, a Figura 2 mostra um caminho que um veículo poderá usar para ir do ponto $(1, 1)$ para o ponto $(5, 4)$; nesse caminho o veículo dobrou nos pontos $(5/2, 1)$, $(5/2, 2)$, $(7/2, 2)$, $(7/2, 5/2)$, $(4, 5/2)$, $(4, 7/2)$, $(9/2, 7/2)$ e $(9/2, 4)$.

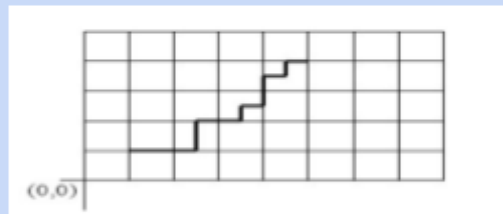


Figura 2

As propriedades abaixo mostram que \mathfrak{R} com função de distância du , é um espaço métrico:

- $du(A, B) \geq 0$
- $du(A, B) = 0$ se, e somente se, $A = B$
- $du(A, B) + du(B, C) = du(A, C)$
- $du(A, B) = du(B, A)$.

A geometria urbana favorece a apresentação de gráficos que representam o cotidiano dos moradores, as ruas, viadutos, casas, vias públicas de forma a reproduzir cidades planejadas, com quadras de medidas congruentes e espaços adequados a fim de solucionar problemas que travam nos conceitos das circunferências e das seções cônicas.



Representação das Cônicas na Geometria

Visto que a circunferência e as cônicas são definidas em termos de distância, quando mudarmos a nossa função de distância, a aparência dos gráficos desses lugares geométricos pode mudar. É exatamente isto o que acontece na Geometria Urbana. Algumas das suas propriedades são mantidas no novo espaço e outras não. O que nos mais interessa aqui, porém, são os próprios gráficos, pois eles serão instrumentais no módulo de ensino que descreveremos mais adiante. Consideremos em primeiro lugar a circunferência. A circunferência é o conjunto de pontos no plano equidistantes de um ponto dado, o centro da circunferência. Isto é, $C = \{X \in \mathbb{R}^2 : d(X, K) = r\}$, onde K é o centro da circunferência e r a referida distância, ou seja, o raio. No caso que a função de distância $d = d_U$, obtemos uma U-circunferência, isto é, uma circunferência da Geometria Urbana. Se juntarmos a esta os pontos do seu interior, o resultado será um U-círculo. A Figura 3 mostra a U-circunferência com centro na origem (isto é, $0 = (0, 0)$) e raio 3.

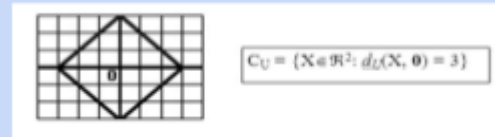


Figura 3

Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/54>. Acesso em: 25/08/2022

Orientações para realização de atividades

O uso da representação matemática na construção de projetos, contribui significativamente de forma a mitigar e até solucionar problemas urbanos diversos, pois apresenta maior clareza na sistematização e é auxiliado pelo pensamento matemático favorecendo a tomada de decisões.



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Na geometria urbana, desenvolve-se várias maneiras de deslocamento entre dois pontos e não só o segmento que representa a hipotenusa, na geometria usual, como sendo a única solução. Ela se aproxima da realidade, pois emprega um sistema retangular facilitando o movimento dentro de um bairro ou cidade, organizados em ruas similares a um sistema cartesiano ortogonal. Sendo assim, a sugestão é que, diagnosticado o problema das vias urbanas que se pretende atuar em suas comunidades, o docente introduza os estudantes na métrica da geometria urbana, apropriando-se do plano cartesiano, pares ordenados, funções, geometria e combinatória. Sugerimos uso de papel quadriculado e software GEOGEBRA, de forma a mitigá-lo e até solucioná-lo pelas vias da geometria urbana.

Orientações para a avaliação

O docente deverá observar o desempenho dos estudantes, conforme as orientações para as atividades, observando as etapas desenvolvidas, de modo a perceber se eles conseguem aplicar seus conhecimentos matemáticos para dirimir os problemas urbanos de sua comunidade. O olhar crítico, a mobilização de conhecimentos e a intervenção, a partir do contexto externo, também devem ser consideradas no processo avaliativo, além da organização, empenho, sistematização e relações espaciais vivenciadas em campo e em sala de aula.



5. Matemática como recurso de acessibilidade

O direito à livre locomoção é reconhecido pela Constituição Federal e segue os parâmetros estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)¹ no que tange às normas técnicas de acessibilidade da NBR 9050/1994. Sendo assim, construção de rampas, elevadores, abertura de portas que permitem o deslocamento de cadeira de rodas, rebaixamento de calçadas nos acessos a edifícios e paradas de ônibus devem ser garantidos de modo a propiciar a idosos e deficientes físicos acesso e locomoção efetivas.

A matemática surge como recurso para auxiliar, a partir de relações métricas e trigonométricas, no triângulo retângulo, e, a física, na aplicação das Leis das Forças, na construção de rampas de acesso para cadeirantes, promovendo a inclusão social de forma a suavizar as dificuldades de mobilidade enfrentadas pela população. Nessa perspectiva, a equação que regulamenta a construção de rampas segue a equação:

Utilizando os conceitos proporcionalidade, trigonometria, e a fórmula da inclinação estando esta disponibilizada no item 6.6.2 da norma regulamentadora:

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

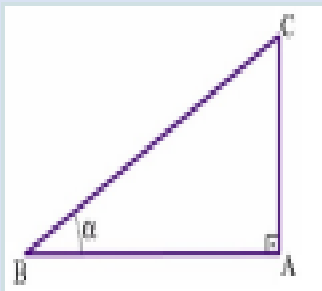
onde: i é a inclinação em porcentagem, h é o desnível da rampa (altura da rampa) e c é a projeção horizontal da rampa sobre o solo.

O triângulo ABC, presente na vista lateral da Figura 1, é um triângulo retângulo. Analisando a equação 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.

¹ A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é uma entidade fundada no Brasil em 1940, tendo como função definir normas, regras técnicas e o controle de qualidade, que afetam o comércio, a indústria e a prestação de serviços no país.



Figura 1 – Triângulo retângulo.



Fonte: Os autores (2018)

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

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

onde α é o ângulo em estudo, cateto oposto de α é a altura da rampa e cateto adjacente de α é projeção horizontal da rampa. Assim, é possível trabalhar com as razões trigonométricas através da rampa de acesso. A equação, apresentada nas normas de regulamentação, foi usada para descobrir a inclinação em porcentagem das rampas. A relação trigonométrica foi usada para encontrar o ângulo de inclinação das rampas. 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, ABNT NBR 9050/2015, para que as rampas em pesquisa estejam em acordo, as mesmas deverão manter o máximo de 8,33% em seu aclave, conforme a Tabela 1 e o item 6.6.2.1.

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
1,00	5,00 (1:20)	Sem limite
0,80	6,25 (1:16) < i ≤ 8,33 (1:12)	15



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

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 citadas na norma 6.6.2.2.

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).

Fonte disponível em:

<https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/11968/10644>. Acesso em: 04/09/2022

Orientações para realização de atividades

Ao investigar e detectar os problemas associados à acessibilidade, os estudantes mobilizam os conhecimentos e recursos matemáticos e físicos, a fim de aplicá-los em projetos arquitetônicos que possibilitem o desenvolvimento de ações empreendedoras



nas suas comunidades. No quinto capítulo, demonstramos a matemática aplicada na construção de rampas, planos inclinados, facilitando o deslocamento de pessoas com dificuldade de mobilidade. A depender do direcionamento dos professores e estudantes na UC, vários projetos de empreendimento social poderão ser desenvolvidos, como por exemplo, rampas móveis de madeira. Nesse contexto, o docente que ministrará esta UC, poderá trabalhar alguns dos conteúdos relacionados aos componentes de Matemática e Física que auxiliem na construção desses projetos.

Orientações para a avaliação

O docente deverá verificar o desempenho dos estudantes conforme as suas orientações para as atividades, observando as etapas desenvolvidas, de modo a perceber se eles conseguem aplicar seus conhecimentos matemáticos a fim de desenvolver um projeto pessoal ou produtivo no contexto da organização das vias urbanas de modo a proporcionar melhor qualidade de vida à sua comunidade. O olhar crítico, a mobilização de conhecimentos e a intervenção, a partir do contexto externo, também devem ser consideradas no processo avaliativo, além da organização, empenho, sistematização e relações espaciais vivenciadas em campo e em sala de aula.



6. Referências bibliográficas

ALMEIDA, Victor Hugo Gomes. ABILIO, Bianca Nunes. LIMA, Livia Ramos. **Estudo técnico de viabilidade para implantação de binário de trânsito nas Avenidas Régis Pacheco e Centenário** – Vitória da Conquista – BA. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 11, Vol. 15, pp. 17-32. Novembro de 2020. Fonte disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/binario-de-transito>. Acesso em: 15/09/2022

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

BENNER, Naiana. **Acessibilidade é direito de todos**. Fonte disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=32&Cod=1337>. Acesso em: 29/08/2022

GALAN, Elaine. **Classificação das vias de trânsito**. Fonte disponível em: <https://clubedetrans.com.br/classificacao-vias-de-transito/>. Acesso em: 22/08/2022

GONZALES, Suely Franco Netto. **Proposições sobre o objeto e o método do planejamento urbano**. Fonte disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/4946>. Acesso em: 21 ago de 2022

LANDAU, B. & JACKENDOFF, R., 1993. **What and Where in spatial language and spatial cognition**. *Behavioral and Brain Science*, 16, pp.217–238. sed July 25, 2017].



**SECRETARIA DE
EDUCAÇÃO E ESPORTES**

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

LEIVAS, José Carlos Pinto. **Geometria do Táxi: resolvendo problemas de rotina.** Fonte disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318486517>
Geometria do Taxi resolvendo problemas de rotina. Acesso em: 29/08/2022

Matemática Acessibilidade: **Um estudo de rampas.** Fonte disponível em: <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/view/11968/10644>. Acesso em: 04/09/2022

Os fatores que influenciam na geometria de uma rodovia. Fonte disponível em: <https://alemdainercia.com/2019/03/06/os-fatores-que-influenciam-na-geometria-de-uma-rodovia/#:~:text=A%20geometria%20da%20via%2C%20ou,se%C3%A7%C3%A3o%20de%20cortes%20e%20aterros>. Acesso em: 23/08/2022

Revista Cocar. **O Modelo Urbano como Proposta para Construção de Conceitos Matemáticos.** Fonte disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/54>. Acesso em: 25/08/2022

SCHELCK, Paula Aparecida Aquiles do Valle. **O uso da trigonometria na construção de rampas de acesso** / Paula Aparecida Aquiles do Valle Schelck. – Campos dos Goytacazes, 2015. Fonte disponível em: <https://uenf.br/posgraduacao/matematica/wp-content/uploads/sites/14/2017/09/26112015Paula-Aparecida-Aquiles-do-Valle-Schelck.pdf>. Acesso em: 29/08/2022

TOLEDO, M.; TOLEDO, M. **Teoria e prática de Matemática. Como dois e dois.** São Paulo: FTD, 2009.