



Infraestructura urbana

Infraestructura urbana

Rodrigo Argenton Freire

© 2017 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente
Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação
Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico
Alberto S. Santana
Ana Lucia Jankovic Barduchi
Camila Cardoso Rotella
Cristiane Lisandra Danna
Danielly Nunes Andrade Noé
Emanuel Santana
Grasiele Aparecida Lourenço
Lidiane Cristina Vivaldini Olo
Paulo Heraldo Costa do Valle
Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica
Adriane Monteiro Fontana
Isabella Alice Gotti

Editoração
Adilson Braga Fontes
André Augusto de Andrade Ramos
Cristiane Lisandra Danna
Diogo Ribeiro Garcia
Emanuel Santana
Erick Silva Griep
Lidiane Cristina Vivaldini Olo
Adriene Costa Andersen - versão digital

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F866i Freire, Rodrigo Argenton
Infraestrutura urbana / Rodrigo Argenton Freire. –
Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017.
200 p.

ISBN 978-85-8482-850-0

1. Planejamento urbano. 2. Urbanização - Brasil. 3.
Transito urbano. I. Título.

CDD 338

2017
Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza
CEP: 86041-100 — Londrina — PR
e-mail: editora.educacional@kroton.com.br
Homepage: <http://www.kroton.com.br/>

Sumário

Unidade 1 O Processo histórico de urbanização e a conceituação da infraestrutura urbana	7
Seção 1.1 - O processo histórico de urbanização	9
Seção 1.2 - Conceituação da infraestrutura urbana	23
Seção 1.3 - Legislação aplicada à infraestrutura urbana	35
Unidade 2 Subsistemas de infraestrutura urbana: sistema viário e drenagem pluvial	53
Seção 2.1 - O sistema viário I	55
Seção 2.2 - O sistema viário II	69
Seção 2.3 - Sistema de drenagem pluvial	83
Unidade 3 Subsistemas de infraestrutura urbana. Sistema de saneamento e energia elétrica	103
Seção 3.1 - O sistema de abastecimento de água	105
Seção 3.2 - Sistema de tratamento de esgoto	119
Seção 3.3 - Sistema de energia elétrica	133
Unidade 4 Subsistemas de infraestrutura urbana. Sistemas de comunicação, dejetos sólidos e infraestrutura de grande porte	151
Seção 4.1 - Sistema de comunicação	153
Seção 4.2 - Resíduos sólidos	167
Seção 4.3 - Novos modelos de infraestrutura urbana	179

Palavras do autor

Prezado aluno, seja bem-vindo à disciplina de infraestrutura urbana. A importância da disciplina se dá justamente pelo fato de que a infraestrutura urbana é responsável por permitir o funcionamento das cidades e garantir a qualidade de vida de seus habitantes. O abastecimento de água, o sistema de esgoto, os sistemas de transporte e a coleta de resíduos fazem parte desse complexo conjunto, que nem sempre compõe a camada superficial das cidades. E por isso mesmo até nos esquecemos que eles existem.

Na primeira unidade, vamos focar no surgimento dos elementos de infraestrutura urbana nas antigas civilizações, para que possamos definir o que de fato compõe o sistema de infraestrutura urbana. Vamos discutir os conceitos e tipos de classificação da infraestrutura, contextualizar a legislação atualmente existente e analisar alguns exemplos históricos.

A partir da segunda unidade, focaremos em cada um dos subsistemas da infraestrutura urbana, buscando compreender o seu processo histórico, suas características técnicas, seus elementos e a legislação referente. Começaremos com o subsistema viário e o subsistema de drenagem pluvial, ainda na segunda unidade. A terceira unidade é reservada para os subsistemas de abastecimento de água, tratamento de esgoto e energia elétrica. A quarta, e última unidade, trata dos subsistemas de comunicação e de resíduos sólidos. Por fim, vamos analisar novos modelos relacionados à infraestrutura urbana que buscam criar cidades mais sustentáveis e resilientes.

Durante nosso estudo, você desenvolverá competências para conhecer os fundamentos e aspectos da infraestrutura urbana e as metodologias de pesquisa em planejamento urbano e regional, bem como a compreensão dos sistemas de infraestrutura e de trânsito, necessários para a concepção de estudos, análises e planos de intervenção no espaço urbano, metropolitano e regional.

Assim, ao final da unidade, você será capaz de: conhecer e ser capaz de classificar os diferentes subsistemas de infraestrutura urbana existentes; compreender a relação existente entre os diferentes subsistemas e as condicionantes que devem ser consideradas em um projeto urbano e compreender os aspectos necessários, em relação à infraestrutura urbana, para a concepção de estudos, análises e planos de intervenção no espaço urbano, metropolitano e regional.

Ao final, espero que você se interesse pelo assunto e busque mais informação nos materiais para aprofundar o seu aprendizado.

O processo histórico de urbanização e a conceituação da infraestrutura urbana

Convite ao estudo

Prezado estudante, bem-vindo à Unidade 1 da disciplina de Infraestrutura urbana. Nesta unidade, vamos conversar sobre o processo histórico de formação das primeiras cidades e sua relação de dependência com os sistemas de infraestrutura urbana, desde a Antiguidade até exemplos mais recentes com as cidades de Paris, Barcelona, Brasília e Curitiba. Os diferentes subsistemas de infraestrutura que compõem as nossas cidades serão apresentados e classificados em diferentes tipos. Além disso, vamos verificar que a legislação é uma importante ferramenta para garantir a qualidade de vida nas cidades ao garantir os padrões e normas para implantação das redes de infraestrutura.

Ao final desta unidade você vai poder distinguir os diferentes elementos de infraestrutura urbana que compõem as nossas cidades e como eles influenciam diretamente o modo de vida dos seus habitantes, ainda que muitas vezes passem despercebidos. Vai compreender a importância da legislação no desenvolvimento urbano e se familiarizar com as principais leis brasileiras. Enfim, uma série de exemplos vai permitir que você construa um repertório técnico e cultural importante durante o processo criativo exigido em nossa profissão.

Imagine que você é um arquiteto e urbanista que atua em um escritório dedicado a projetos de habitação social e coletiva. Esse escritório, além de desenvolver projetos urbanos para implantação das habitações e o projeto das próprias habitações, também presta consultoria para prefeituras. Essas funções requerem um profissional capaz de atuar em diferentes contextos culturais, sociais, econômicos e geográficos, buscando as melhores soluções possíveis.

Você foi procurado para ajudar a prefeitura a desenvolver um grande plano de habitação social. Quais aspectos você deve procurar? Quais os elementos mínimos esse novo bairro deve conter para garantir a qualidade de vida dos seus moradores? Quais instrumentos urbanísticos e legais você pode utilizar para garantir a qualidade do projeto?

Nesta unidade, vamos buscar responder a esses questionamentos sob a perspectiva da infraestrutura urbana. Para isso, é importante conhecer os seus diferentes subsistemas e ter um amplo conhecimento sobre o seu processo de evolução.

O importante para que os estudos aconteçam de forma mais fluida é utilizar a sua imaginação e curiosidade. Além disso, também espero que você consiga identificar os processos que hoje moldam as nossas cidades e identifique aspectos do processo de urbanização brasileiro e das inovações tecnológicas proporcionadas a partir da Primeira Revolução Industrial. Esses são os outros assuntos que serão discutidos de forma breve. Visto que esses temas têm reflexos diretos no nosso atual modelo de urbanização e infraestrutura, vamos discutir mais sobre ambos ao longo das próximas unidades também. Bons estudos!

Seção 1.1

O processo histórico de urbanização

Diálogo aberto

Vamos começar nossa primeira seção com uma longa viagem no tempo para tentar identificar quais foram os elementos fundamentais para a formação dos primeiros assentamentos humanos e cidades há mais de 6.000 anos atrás. Em seguida, vamos discutir o período da primeira Revolução Industrial, momento em que as grandes cidades enfrentaram graves problemas relacionadas à saúde pública, e apresentar brevemente alguns momentos importantes do processo de urbanização brasileiro.

Ao atuar profissionalmente, num escritório dedicado à habitação social, por exemplo, você terá que trabalhar em diferentes contextos e sob diferentes condições, inclusive financeiras. O importante é que você seja capaz de oferecer as melhores soluções possíveis em função das limitações existentes. A criatividade, nesses momentos, é fundamental, mas a criatividade também depende do seu conhecimento técnico e do repertório que você adquire ao longo dos seus estudos e da prática profissional.

Imagine que você foi convidado pela prefeitura para orientar o desenvolvimento de um bairro voltado à habitação social, para abrigar as famílias desabrigadas em função da ampliação de um aeroporto. Nesse caso, uma das premissas é garantir que os futuros moradores desse bairro possam desenvolver atividades de agricultura familiar. As obras serão realizadas pelo próprio consórcio responsável pelo aeroporto. Dessa forma, quais são as características naturais principais que você gostaria que existissem próximas ao futuro bairro? Quais as condições necessárias para que os futuros moradores possam continuar com sua atividade profissional? Busque descrever quais seriam as primeiras ações fundamentais a serem tomadas, em termos de infraestrutura, e suas características para um primeiro momento de desenvolvimento desse bairro.

Não pode faltar

“A vida humana oscila entre dois polos: movimento e assentamento” (MUMFORD, 1961, p. 5, tradução nossa). A afirmação de Lewis Mumford é fundamental para compreendermos o processo de formação dos primeiros assentamentos humanos que, mais tarde, se desenvolveriam até chegar a uma estrutura física e social com características muito próximas das nossas cidades atuais. Grande parte do que se conhece atualmente é resultado das pesquisas e estudos feitos sobre as reminiscências físicas, muitas vezes com mais de 10.000 anos de idade.

Os primeiros indícios de fixação indicam certo entendimento sobre os processos de reprodução das plantas, importante para garantir a segurança alimentar. Ao mesmo tempo, a domesticação de animais também é um importante fator que contribuiu para tornar diferentes grupos, até então nômades, menos dependentes da caça. Nesse contexto, a água é elemento condicionante. É o controle sobre ela que vai permitir o surgimento das primeiras grandes civilizações (MUMFORD, 1961).

Não é coincidência que as primeiras cidades tenham surgido próximas às margens dos rios. Além da utilização da água na agricultura e domesticação de animais, os rios possibilitaram a navegação e, conseqüentemente, o deslocamento de pessoas e mercadorias. Até esse momento, podemos dizer que cada vila era um mundo praticamente isolado. Os rios se tornaram as primeiras rodovias, conectando diferentes localidades.



Assimile

O que vimos é que o surgimento e desenvolvimento dos primeiros assentamentos humanos se deu em função do controle sobre o armazenamento e abastecimento de água; da criação de uma vasta rede de transporte, condicionada principalmente ao uso dos rios.

Mesopotâmia

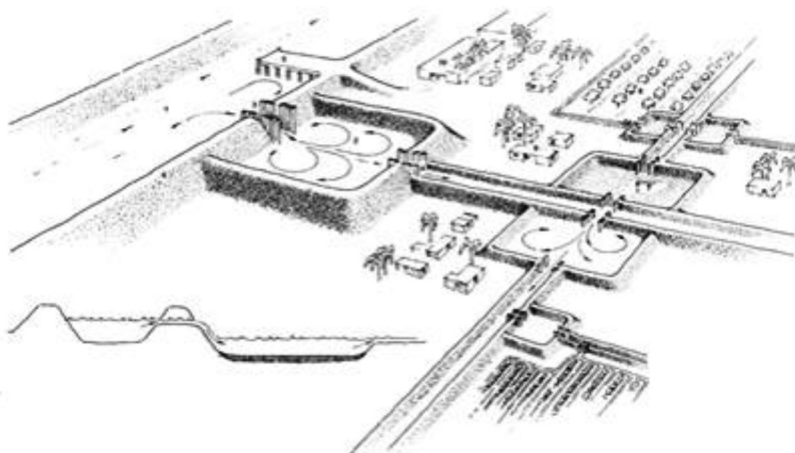
O início do processo de formação da Mesopotâmia se deu há cerca de oito mil anos. Vilas isoladas começaram a construir redes locais de valas e canais de irrigação com o uso de madeira e betume e, com o aumento da produtividade agrícola, passaram a outros níveis de desenvolvimento. É possível que a primeira cidade, Uruk, surgiu na verdade em 3.500 a.C, ao sul da região que hoje pertence ao Iraque (CLARK, 2013). Podemos demarcar o território Mesopotâmico como a região existente entre o rio Tigres e Eufrates, onde hoje se localizam o Iraque e parte do território Sírio, ainda que outros autores também indiquem o oeste do Irã e o sudeste da Turquia como possíveis áreas de domínio mesopotâmico (MAYS, 2010).

A construção dos canais artificiais, além de garantir a irrigação, também serviam para o transporte. No entanto, para garantir a navegabilidade dos canais, era necessário aumentar os diques e, consequentemente, aumentava-se também os riscos de que uma falha impedisse a navegação e afetasse a produção agrícola. Não existem registros sobre a forma como os canais eram projetados. No entanto, Kang (1973) desenvolveu uma representação do possível funcionamento de um canal e dos sistemas de irrigação, conforme Figura 1.1.

O nível de sofisticação que os mesopotâmicos desenvolveram em relação à irrigação é também observado nas soluções sanitárias. Existem evidências de que, já em 6500 a.C., Habuba Kebira, uma cidade de curta existência, foi uma das primeiras cidades a exibir um plano “urbano” com vias hierarquizadas e uma rede de drenagem com descarte de águas residuais (VALLET, 1996).

Como último exemplo de infraestrutura presente na sociedade mesopotâmica, podemos identificar um rudimentar sistema de comunicação, mas importante para garantir a segurança e proteção das cidades (MUMFORD, 1961). Um tambor era utilizado para reunir os seus habitantes.

Figura 1.1 | Possível desenho do canal e dos sistemas de irrigação mesopotâmico



Fonte: adaptada de Kang (1973, p. 578).

**Refleta**

Se você mandou alguma mensagem por celular, ligou para alguém ou leu um e-mail, você só pôde fazer isso por conta de uma vasta rede de infraestrutura de comunicação e informação. Já pensou como seria a comunicação sem esses meios?

Egito

Egito e Mesopotâmia se diferenciam por aspectos culturais, políticos e localização geográfica. No entanto, o desenvolvimento de ambos está diretamente atrelado à produção agrícola. O Egito se constitui a partir da consolidação de grupos localizados próximos ao rio Nilo e dependentes de sua inundação anual. Diferentemente da relação dos mesopotâmicos com os rios Tigres e Eufrates que, em períodos de cheias e inundações causavam sérios danos à produção agrícola, a sociedade egípcia se utilizou do fenômeno das cheias para aproveitar as terras alagáveis para o cultivo de alimentos.

Um dos primeiros indícios de controle sobre a água indicam a construção de uma represa, ou dique, para permitir que a água inundasse os campos de cultivo (STROUHAL, 1992), há cerca de 5.000 anos. Apesar da dependência dos processos naturais de cheia do Rio Nilo, os egípcios construíram canais que permitiam atingir regiões inalcançáveis pelo rio, para atender o crescimento populacional. Dentre as tecnologias desenvolvidas, algumas semelhantes às desenvolvidas pelos mesopotâmicos, merecem destaque: As bacias artificiais de irrigação e a barragem Sadd-el-Kafara.

As bacias artificiais de irrigação constituem áreas alagadas e drenadas intencionalmente a partir do uso de comportas e o armazenamento de água em diques. Essa tecnologia permitiu aumentar a produção de alimentos de forma que cada bacia poderia ser irrigada e drenada por duas ou três vezes ao longo do período de baixa do Rio Nilo.

A barragem Sadd-el-Kafara foi uma tentativa de armazenar água em grande volume sendo considerada a barragem mais antiga do mundo. No entanto, uma forte enchente é considerada a causa para sua ruptura ainda durante a sua construção (SCHNITTER, 1994). O projeto da barragem aparentemente não apresentava problemas e, é bem possível que, se a enchente não tivesse acontecido durante sua construção, a barragem teria resistido.



Pesquise mais

Procure se informar sobre a importância das barragens para as cidades. Nossa sugestão é o documentário da série *Gigantes da engenharia: barragens* desenvolvido pela National Geographic. O documentário explica os principais fundamentos técnicos para a construção de uma barragem, além do seu processo histórico. Assista principalmente o primeiro trecho documentário de 0 a 15:30min.

Gigantes da engenharia. Direção: Peter Oxley, National Geographic, 2009. DVD.

Roma

Sabemos que o Império Romano foi um dos maiores impérios que existiram ao longo de toda história da civilização. A imagem que se tem da antiga cidade romana é a que reflete o seu poder: seus aquedutos, viadutos e suas contínuas e extensas vias pavimentadas.

Assim como nos exemplos anteriores, os romanos também optaram por localizar suas cidades ao longo dos rios, córregos ou próximos a nascentes. Obter água limpa e despejar os resíduos era relativamente fácil enquanto a cidade não atingia determinado tamanho. Com o crescimento populacional, no entanto, se fazia necessária uma rede de infraestrutura capaz de sustentar a população crescente das cidades romanas.

Em relação à água, os romanos se especializaram na construção de grandiosos sistemas de abastecimento, cujo símbolo fundamental são os aquedutos. Eram utilizados para abastecer locais em que a utilização da água era necessária tanto para irrigação quanto consumo humano, o que indica que sua construção visava garantir melhor qualidade de vida aos seus habitantes. Outros exemplos de infraestrutura que merecem ser citados são os sifões, as cisternas, as fontes públicas, piscinas e casas de banho.

Um dos últimos elementos que merece destaque é a abordagem diferenciada dos romanos em relação às vias de circulação das suas cidades. Na configuração das suas principais vias, os romanos designaram dois eixos perpendiculares: o *cardo*, indo de norte a sul e, *decumannus*, indo de leste a oeste. Vale lembrar também que determinadas vias foram projetadas e reconfiguradas de forma a bloquear tanto as indesejadas correntes de ar frio como as de ar quente (MUMFORD, 1961).

Desenvolvimento da América pré-colombiana

A América pré-colombiana compreende as civilizações que ocuparam regiões desde a América do Norte, percorrendo a América Central até a América do Sul. Em todo esse vasto território podemos encontrar exemplos de sociedades que também se

desenvolveram a partir do controle da água e da constituição de rotas para transporte. Dentre os exemplos existentes, temos – os Chaco Anasazi e os Honokan no Sudeste da América do Norte, o Império Teotihuacan, os Maias e Astecas na América Central, e por fim, os Incas na extensão Oeste da América do Sul. Neste capítulo, abordaremos com maior ênfase as civilizações Astecas, Maias e Incas.

Os Maias

Os Maias ocuparam uma vasta área contemplando partes de regiões que hoje conhecemos como Guatemala, México, Honduras e El Salvador. É possível que o seu desenvolvimento tenha se dado ao longo do último milênio a.C. Em uma situação geográfica relativamente privilegiada, em uma floresta tropical com altos índices pluviométricos, Tikal foi umas das maiores cidades dessa sociedade. Por esse motivo, a relação dos maias com a água era menos voltada a agricultura e mais aos sistemas de armazenamento e drenagem.

Chultun é o nome dado ao sistema de captação e armazenamento de água pluvial desenvolvido pelos Maias. Os *chultuns* eram cisternas subterrâneas, em formato de garrafa, cavadas em rocha calcária e seladas com cimento. Uma série de canais era responsável pela captação e transporte da água até esses canais. Além disso, é possível afirmar que esses *chultuns* também eram utilizados para armazenar alimentos ou para fermentação de bebidas alcoólicas (HERMES; ZRALKA; CALDERÓN, 2005).

Os Astecas

O império asteca tem seu início a partir do século XII d.C. no Vale do território hoje pertencente ao México. Sua principal cidade, Tenochtitlán, localizada em ilha do lago salgado Texcoco, atualmente drenado.

Ao longo dos séculos XIII e XV, os astecas presenciaram grandes avanços no que se refere à tecnologia para construção de aquedutos. Diferentemente dos maias, os astecas dependiam dessa tecnologia para sua produção agrícola e consumo. Uma série de ilhas artificiais foram construídas e conectadas por meio de troncos ocos, para circulação de água. Essas ilhas eram também conectadas por tábuas de madeira, utilizadas para travessia de pessoas.

Incas

A formação do Império Inca aconteceu a partir de sociedades independentes e fragmentadas ao longo da extensão oeste da América do Sul, incluindo regiões hoje pertencentes à Colômbia, Equador, Peru, Bolívia, Chile e Argentina. Em torno do ano 1000, Cuzco se tornou a capital do Império.

O desenvolvimento da tecnologia para abastecimento de água, tanto para irrigação quanto consumo e práticas religiosas é conhecido principalmente por conta de localidades como Machu Pichu, Pisac e Tipón. Em Machu Pichu, por exemplo, o

abastecimento de água era realizado por meio de um canal e 16 fontes, em diferentes níveis, abastecidas por nascentes primárias e secundárias (MAYS, 2010). Em relação ao sistema de drenagem, vale a pena destacar que um canal de drenagem central era responsável por separar o sistema agrícola do sistema urbano de drenagem, indicando a importância dada pelos incas à água limpa.

Processo de urbanização no Brasil

O processo de urbanização do Brasil se dá a partir do estabelecimento dos Portugueses e constituição das primeiras vilas e cidades. Nosso objetivo, nesse momento, é ter uma visão geral sobre os elementos e momentos importantes relacionados ao nosso tema de interesse: a infraestrutura urbana.

No período que compreende desde a chegada dos Portugueses até o início do século XVIII, o país passa por diferentes fases relacionadas ao processo de formação urbana. Desde o reconhecimento do território e formação das primeiras vilas (1530-1570) até a constituição de uma camada social urbana mais evidente e a emancipação das vilas de Olinda e São Paulo à categoria de cidade (início do século XVIII) (REIS, 2000) pouco se pode referenciar em termos de constituição de uma infraestrutura urbana sólida.

A partir do século XVIII, o processo de urbanização é efetivamente iniciado com a mudança das famílias de fazendeiros para as vilas e cidades. A casa da cidade se tornou a residência oficial do senhor de engenho que passou a visitar sua propriedade agrícola somente nos períodos de corte e moagem da cana (SANTOS, 2005). A maturidade desse processo é atingida um século depois (XIX), com a consolidação da agricultura comercial e exploração de minérios. Outro século foi necessário para que as cidades adquirissem a forma que conhecemos atualmente (XX).

Ao longo dos dois séculos, diferentes formas de abordagem em relação ao planejamento urbano acontecem. Em um primeiro momento, a influência europeia, com os projetos urbanísticos de Versalhes e Paris, resulta no surgimento de planos voltados ao urbanismo monumental e embelezador, na figura dos planos de embelezamento. Segundo Flávio Villaça (1999), a inauguração de Belo Horizonte é o marco de início dessa abordagem. A abertura de avenidas como eixos monumentais, a criação de uma infraestrutura de saneamento, a inauguração de parques, praças e jardins são características importantes desse período que compreende o final do século XIX e vai até aproximadamente 1930.



Exemplificando

O plano Pereira Passos, efetivado no Rio de Janeiro após a posse de Pereira Passos como prefeito, é considerado um dos planos mais significativos desse período. Destacam-se a criação de avenidas, como a Avenida Central (atual Av. Rio Branco) e a Avenida Rio Branco.

A partir de década de 1930, configura-se no Brasil um modelo de planejamento de maior alcance, considerando praticamente todas as regiões da cidade. As grandes vias, pensadas até então com o objetivo de embelezamento passam a ser desenvolvidas também levando-se em consideração a sua função: o deslocamento de pessoas e mercadorias. Destacamos o transporte como característica significativa em termos de infraestrutura urbana existente dessa fase. Um exemplo dessa fase é o Plano de Avenida de Prestes Maia para a cidade de São Paulo, em 1930.

Até o final desse período que compreende 1930-1965, podemos afirmar que os planos e projetos urbanísticos eram voltados diretamente a intervenções físicas na cidade. Ou seja, a criação de uma infraestrutura de abastecimento de água e coleta de esgoto e a abertura de novas vias são propostas concretas e fáceis de se identificar. No entanto, a partir de 1965, com os planos de desenvolvimento integrado (PDDI) o planejamento urbano passa a incorporar elementos sociais e econômicos, tornando-os cada vez menos viáveis em termos de implantação (VILLAÇA, 1999). Segundo Villaça, o planejamento-executado é transformado em planejamento-discurso.

Outros exemplos importantes para compreender o atual estado da infraestrutura urbana nas cidades brasileiras serão tratados com maior profundidade ao longo dos próximos capítulos.

Revolução Industrial

Sabemos que a Revolução Industrial marca a passagem de uma sociedade baseada na agricultura e na produção de mercadorias em pequena escala (com métodos praticamente artesanais) para uma sociedade urbana e industrializada, a partir da invenção dos motores. Compreende como o período existente entre os séculos XVIII e XIX, em que as mudanças tecnológicas impactaram profundamente as condições sociais, econômicas e culturais. Destacamos o rápido crescimento populacional presenciado nesse período – entre 1700 e 1900 estima-se que a população humana tenha saltado de 610 milhões para 1,6 bilhões – e as altas taxas de urbanização (KREMER, 1993).

A industrialização marca um processo ambivalente em relação ao desenvolvimento e crescimento populacional das cidades. Enquanto a explosão demográfica presenciada nas cidades resulta em um modo de vida insalubre dos operários, o desenvolvimento de novas tecnologias foi fundamental para o aprimoramento da infraestrutura urbana e, conseqüentemente, das melhorias na qualidade de vida (ANNEZ; BUCKLEY, 2009).

Sem legislação e regulamentação, os primeiros edifícios habitacionais destinados à classe operária eram de baixa qualidade construtiva e sanitária. A implantação e projeto desses edifícios resultavam em moradias com pouca passagem de iluminação natural, ventilação, sem banheiros e acesso à água corrente. Não é de se duvidar que o adensamento populacional somado às más condições das habitações em termos de saneamento e qualidade ambiental tenham resultado em um crítico cenário de propagação de doenças contagiosas e altos índices de mortalidade.

Ao mesmo tempo em que a Inglaterra foi berço da Revolução Industrial, também foi pioneira no desenvolvimento de tecnologias voltadas à melhoria das condições sanitárias das cidades. Os relatos mostram que entre 1845 e 1848, os londrinos discutiam os possíveis motivos para os altos índices de doenças e mortalidade. Os debates discutiam desde a importância de medidas sanitárias para evitar a disseminação de doenças até estudos que mapeavam as regiões mais afetadas por doenças e indicavam relação a ausência dos sistemas de esgoto (HAMLIN; SHEARD, 1998).

Em 1848, na Inglaterra, é promulgado um decreto de saúde pública, que passava a reconhecer os maiores problemas e estabelecia uma estrutura para serem solucionados. Além disso, o decreto indicava ainda os princípios fundamentais para promover a saúde pública e o papel do Estado. Como resultado, uma série de investimentos em infraestrutura de abastecimento de água e coleta de esgoto foram realizados contemplando a expansão e aperfeiçoamento dos sistemas já existentes. Citamos o extenso sistema de coleta de esgoto subterrâneo (com 160km de extensão) responsável pela captação e despejo (sem tratamento) no Rio Tâmsa. Além disso, com a promulgação do decreto de 1848, Londres passava a definir os padrões mínimos de qualidade para o abastecimento da água. Contemporaneamente, iniciativas semelhantes aconteciam em Paris, Hamburgo, Frankfurt e em Chicago.

Por fim, devemos destacar também a revolução nos meios de transporte a partir do século XIX, com o surgimento dos motores a combustão. O surgimento de transportes motorizados garantiu não apenas o aumento da velocidade dos deslocamentos, mas também influenciou as tecnologias relacionadas à pavimentação.



Refleta

Imagine como seria o transporte sem a invenção dos motores. Agora imagine qual seria a forma das cidades sem o desenvolvimento desses meios de transporte. Como você imagina que viveríamos nessa situação?

Sem medo de errar

Você foi designado para ajudar a prefeitura a escolher o melhor local para a implantação de um bairro de habitação social, garantindo que os seus novos moradores possam continuar a exercer sua profissão, a agricultura familiar. Seu primeiro objetivo é decidir a localização desse bairro a partir de alguns aspectos naturais existentes, e, em seguida, especificar algumas ações necessárias para viabilizar a sua construção.

Embora a situação não apresente uma solução definitiva, ao longo da história podemos perceber que a maior parte das primeiras cidades foi formada a partir da proximidade com uma fonte de água limpa, preferencialmente rios e até nascentes. E por que isso é importante? Lembrando que a proximidade a fontes de água foi fundamental para o surgimento das primeiras cidades da antiguidade, sua primeira missão seria localizar uma fonte segura de água para garantir a produção agrícola dos moradores. É possível que sua cidade já tenha um sistema de abastecimento de água, mas utilizar a água tratada para consumo humano nas plantações envolve altos custos e desperdício de recursos. Além disso, seu bairro vai precisar de espaço para permitir a atividade agrícola, e, portanto, provavelmente estará localizado longe das áreas centrais da cidade.

Mas, a proximidade com a fonte não é suficiente, concorda? Como transportar a água para as plantações? Nesse momento, suas primeiras ações seriam desenvolver uma forma de captação da água transportando-a e distribuindo para as diferentes propriedades. Cada fonte de água depende de um tipo específico de sistemas: um rio, um lago ou até mesmo a água da chuva podem ser utilizados de forma variada. Vimos, por exemplo, que os mesopotâmicos, egípcios e incas apresentavam tecnologias diferentes para captação e transporte de água. Uma segunda ação possível seria definir os espaços de circulação no seu bairro e entre o bairro e a malha urbana já existente. Ou seja, os caminhos para facilitar o deslocamento de pessoas e mercadorias, como os romanos fizeram.

Num primeiro momento, esses elementos seriam suficientes para os primeiros passos do seu bairro. Se quisermos ir além, por que não imaginar um sistema para tratamento das águas residuais, ou esgoto, de forma a evitar a contaminação das fontes de água que são utilizadas pelos próprios moradores?

Avançando na prática

O crescimento populacional acelerado de uma cidade

Descrição da situação-problema

Você é responsável pelo planejamento urbano de uma cidade, até então pequena e relativamente pacata. Até o presente momento, a cidade possui uma infraestrutura adequada, capaz de oferecer o abastecimento de água limpa, captar e tratar o esgoto despejando-o de volta ao curso d'água e ainda coletar e destinar os resíduos de forma adequada. No entanto, a população da cidade começou a aumentar significativamente nos últimos anos, em virtude da instalação de empresas de alta tecnologia, e as projeções mostram que em 10 anos a população atual terá dobrado em número.

Há poucos anos, o planejamento urbano foi realizado para atender a um crescimento de 30% em 10 anos. Tendo em vista que você deseja manter os atuais níveis de qualidade em termos de saneamento básico, começa a estudar possibilidades de investir e ampliar a infraestrutura urbana existente. Um dos problemas é que o rio que abastece sua cidade pode não ser suficiente para comportar todo esse crescimento. A única outra fonte de água existente é a própria chuva. Assim, com base em seu conhecimento sobre os aspectos históricos de evolução das cidades, quais ações você acredita que possam ser tomadas a partir do seu conhecimento?

Resolução da situação-problema

Novamente, não existe uma resposta adequada para responder à situação atual. No entanto, a história nos mostra algumas possíveis soluções que poderiam ser reinterpretadas e inseridas no contexto atual. Os maias desenvolveram os chultuns para armazenar água e poder utilizá-la ao longo do tempo, inclusive nos períodos de seca. Uma possível saída para o seu problema seria o de investir na construção de reservatórios que poderiam ser maiores e centralizados ou menores e mais dispersos. Outra possível solução seria reutilizar o esgoto tratado, mas para isso, os padrões de qualidade devem ser extremamente bem definidos e seguidos para que seu sistema não acabe por piorar a qualidade de vida da população. Outras soluções podem ser adotadas e incorporadas ao sistema. Quanto maior número de alternativas, mais flexível é o seu sistema.

Faça valer a pena

1. É possível dizer que o surgimento das primeiras civilizações, em função da fixação do homem em determinado local geográfico, foi influenciado pelas próprias características físicas de cada local. Ou seja, cada civilização desenvolveu tecnologias diferentes em função da sua localidade.

Em relação ao uso da água para agricultura, qual a principal diferença existente nas civilizações mesopotâmica e egípcia?

a) A civilização egípcia se beneficiou das cheias do Rio Nilo, que ao inundar suas margens, tornava-as suficientemente férteis para a produção agrícola e abastecimento da população em um primeiro momento. Por sua vez, os mesopotâmicos desenvolveram tecnologias para captação e distribuição de água dos Rios Tigres e Eufrates para irrigação da produção agrícola.

b) A civilização egípcia se beneficiou de uma situação geográfica favorável, com altos índices pluviométricos, tornando as tecnologias de irrigação desnecessárias. Por sua vez, os mesopotâmicos desenvolveram tecnologias para captação e distribuição de água dos Rios Tigres e Eufrates para irrigação da produção agrícola.

c) Os rios que abasteciam ambas as civilizações eram idênticos em termos de vazão durante o período de cheias. Assim, ambas começaram a desenvolver a produção agrícola a partir das tecnologias de coleta e distribuição de água. Não existem diferenças entre as tecnologias das duas civilizações.

d) A civilização mesopotâmica se beneficiou das cheias do Rio Nilo, que ao inundar suas margens, tornava-as suficiente férteis para a produção agrícola e abastecimento da população em um primeiro momento. Por sua vez, os egípcios desenvolveram tecnologias para captação e distribuição de água dos Rios Tigres e Eufrates para irrigação da produção agrícola.

e) Localizados em uma região de floresta tropical, os mesopotâmicos não se preocuparam com os processos de produção agrícola, uma vez que tinham alimentos em abundância. Por sua vez, os egípcios desenvolveram tecnologias para captação e distribuição de água dos Rios Tigres e Eufrates para irrigação da produção agrícola.

2. Ao longo dos dois séculos (XVIII e XIX), diferentes formas de abordagem em relação ao planejamento urbano acontecem. Em um primeiro momento, a influência europeia, com os projetos urbanísticos de Versalhes e Paris, resulta no surgimento de planos voltados ao urbanismo monumental e embelezador, na figura dos planos de embelezamento.

Quais os principais aspectos dos planos urbanos de embelezamento?

a) Os planos consideravam todas as áreas da cidade e suas propostas visavam aumentar a conectividade viária entre os diferentes bairros com avenidas. Além disso, os planos visavam ao desenvolvimento social dos bairros operários.

b) A criação de largas avenidas e eixos monumentais, ampliação da

infraestrutura de saneamento e inauguração de parques e jardins são exemplos de ações adotadas durante esse período.

c) Os planos de embelezamento tratavam apenas dos aspectos sociais e econômicos da cidade, uma vez que se entendia que a partir desses dois vetores, a qualidade estética da cidade seria consequência natural.

d) Os planos de embelezamento tratavam apenas da criação de parques e jardins, pois, segundo os planejadores, seriam esses os únicos elementos capazes de tornar a cidade um ambiente melhor.

e) Os planos de embelezamento não influenciaram o pensamento urbanístico dos séculos XVIII e XIX no Brasil. Esses restringiram-se apenas às cidades de Paris e Versalhes, na França.

3. O desenvolvimento tecnológico presenciado após a Revolução Industrial resultou em um crescimento exponencial das populações urbanas nos centros urbanos. Esse crescimento não foi acompanhado pelos processos de planejamento urbano, resultando em graves consequências para as cidades.

De forma geral, quais as principais consequências desse crescimento populacional dos centros urbanos?

a) Para responder às necessidades do crescimento populacional, a primeira ação dos governos locais foi a de desenvolver uma legislação específica para a construção de habitações coletivas, a fim de evitar o surgimento de cortiços.

b) Prevendo o alto crescimento populacional, foram desenvolvidas novas redes de infraestrutura para o abastecimento de água limpa e coleta de esgoto nos bairros que seriam utilizados pelos operários.

c) A falta de legislação específica sobre edifícios fez com que os investidores construíssem edifícios sem qualquer preocupação com a qualidade estrutural e ambiental. A falta de água encanada e conexão com o sistema de esgoto tornava as habitações locais insalubres. Como consequência, um alto número de doenças contagiosas foi presenciado.

d) Apesar de existir uma legislação específica para a construção de edifícios no início do século XIX, ela não era respeitada pelos construtores. Os edifícios eram construídos sem fiscalização e sem as mínimas condições de higiene.

e) O principal problema enfrentado pelas cidades na primeira fase da revolução industrial foi o aumento de veículos motorizados nas ruas das cidades durante o início do século XVIII, causando congestionamentos e aumento no número de acidentes.

Seção 1.2

Conceituação da infraestrutura urbana

Diálogo aberto

Nesta sessão, vamos focar na definição do sistema de infraestrutura urbana, buscando compreender quais são os elementos que fazem parte desse sistema e classificá-los em diferentes subsistemas a partir de diferentes critérios. Além disso, vamos discutir brevemente algumas características fundamentais da infraestrutura urbana, como as características sociais e econômicas, técnicas, territoriais e ambientais.

Lembremos que na nossa situação hipotética, você é um arquiteto urbanista que está atuando como consultor para uma prefeitura, preocupada com a implantação de um novo bairro voltado à habitação coletiva. Esse futuro bairro deve contar com áreas para que seus futuros moradores possam produzir alimentos como fonte de renda. Na sessão anterior, você ajudou a selecionar o melhor local para implantação desse bairro, lembra-se?

Uma vez escolhido o local, novos desafios surgem. Antes que os proprietários dos lotes desse bairro possam começar a construir suas residências, é preciso que uma série de ações sejam realizadas. Essas ações vão possibilitar que cada moradia se conecte ao sistema de infraestrutura urbana já existente na sua cidade.

Nesse momento, a situação do abastecimento de água para produção agrícola já foi resolvida. Embora a legislação vigente já contemple os elementos necessários para implantação da infraestrutura, foi solicitado a você que elabore, em conjunto com os futuros moradores, os elementos que precisam ser construídos no bairro antes que as residências comecem a ser construídas. Tendo em vista que os moradores são leigos em relação à infraestrutura urbana, você precisa elaborar uma lista inicial contendo quais elementos são essenciais e definir algumas diretrizes gerais sobre onde cada elemento se localizará.

Quais elementos da infraestrutura urbana você acredita ser fundamental para o início da construção das moradias? E esses elementos se localizam abaixo do nível do solo, no nível do solo ou são suspensos? Por que devem ser realizados antes das moradias?

Sugiro que antes de começar a leitura, você busque imaginar quais são as atividades do seu cotidiano que dependem da infraestrutura urbana e quais são os elementos fundamentais. Ao final desta seção, você terá uma noção abrangente dos principais elementos da infraestrutura urbana e poderá aplicar o seu conhecimento à resolução da situação-problema. Bons estudos!

Não pode faltar

Infraestruturas urbanas. Conceituação, características, tecnologias atuais

Como percebemos na sessão anterior, o surgimento das primeiras cidades e o rápido processo de urbanização vivenciado a partir da Primeira Revolução Industrial é reflexo da interação entre tecnologia e sociedade. O domínio de técnicas para captação de água permitiu o desenvolvimento da agricultura e a fixação do homem em assentamentos, que mais tarde se tornariam as primeiras cidades. A criação de políticas e a construção de redes de infraestrutura para abastecimento de água e coleta de esgoto permitiu às primeiras cidades industriais, por exemplo, diminuir o índice de proliferação de doenças nos bairros operários. Ao mesmo tempo, o desenvolvimento dos motores a vapor e elétrico permitiu o aumento da produtividade industrial ao mesmo tempo em que revolucionava os modos de transporte, diminuindo o tempo de deslocamento e aumentando a sua capacidade.

É possível compreender, portanto, que a infraestrutura urbana reflete diretamente no cotidiano das nossas cidades. Uma rede de infraestrutura eficiente permite a otimização dos recursos e processos das cidades. Para isso, foquemos em dois exemplos.

1. Nos sistemas de abastecimento de água, por exemplo, o objetivo principal é garantir a distribuição igualitária e contínua de água potável. Para isso, é importante que seu sistema não permita a perda e nem a contaminação da água ao longo do seu processo de distribuição, além de garantir a pressão adequada. Quando uma dessas condições não é satisfeita, o processo deixa de ser eficiente e requer novas ações. Essas vão desde o tratamento caseiro (SOBSEY et al., 2003) ou compra de água engarrafada, por parte da população, ou aumento da captação e beneficiamento pelas estações de tratamento para mitigar os efeitos da perda do sistema.
2. Em relação aos meios de transporte, sua principal função é permitir o deslocamento de pessoas e mercadorias. Vamos estabelecer que um sistema de transporte é eficiente quando permite que o deslocamento entre dois pontos seja realizado no menor tempo possível e com o menor consumo de recursos, como o combustível. Nesse sentido, se o deslocamento entre dois pontos é prejudicado por um congestionamento, por exemplo, ambas

as condições deixam de ser satisfeitas. A ineficiência desse sistema resulta no desperdício de recursos econômicos e de capital humano.



Refleta

Imagine que um trajeto que poderia ser realizado em 20 minutos, você gasta 40 minutos por conta de congestionamento. Se considerarmos que esse é um percurso que você utiliza para ir trabalhar, por dia você perde pelo menos 20 minutos para ir e mais 20 minutos para voltar. Em um mês, quanto tempo você perdeu? Todo esse tempo poderia ser utilizado para que você realizasse outras atividades, concorda?

Ao longo das unidades, vamos compreender melhor cada um dos sistemas existentes e entender as características necessárias para otimização deles, mas antes disso, é preciso ter com clareza o que de fato significa o termo “infraestrutura urbana”. A essa altura, podemos ter uma ideia da função para o desenvolvimento das cidades. Afinal, qual é a definição de infraestrutura urbana? Primeiramente, não existe uma única definição que a contemple. Ou seja, diferentes autores a definem de forma diferente, englobando mais ou menos elementos. No entanto, o entendimento de que a infraestrutura corresponde à base, ao sustentáculo, que dá suporte a existência e funcionamento da cidade, é o que une os diferentes conceitos. Se buscarmos compreender o seu significado a partir da origem do termo, podemos ver que a palavra “infraestrutura” se formou a partir da combinação de “*inferus*” e “*structura*”, que do latim significa “a estrutura inferior/que está abaixo”. Ressaltamos, porém, que a palavra “inferior” aqui não se refere à sua localização, mas sim à sua natureza enquanto base de sustentação para as diferentes atividades urbanas.

Por fim, podemos concluir que a infraestrutura urbana é o conjunto dos sistemas sociotécnicos incorporados ao meio urbano para o qual oferecem serviços fundamentais para o seu funcionamento, como energia, água, comunicações ou transporte. Em tempo, os sistemas sociotécnicos são os grupos dos diferentes elementos que interagem entre si, formando um todo, incluindo tanto os componentes sociais (como as instituições, os valores culturais e tradições) quanto os técnicos (ou seja, os sistemas de tratamento de esgoto e a rede de transmissão de energia, por exemplo) (TRISTI, 1981).

A partir dessa definição, podemos entender que uma escola ou um hospital se constituem como serviços fundamentais para o funcionamento de uma cidade. É verdade. No entanto, nessa disciplina nosso enfoque é dado somente ao que chamaremos de infraestrutura primária, ou seja, os sistemas que oferecem serviços básicos sobre o qual a cidade é construída. Uma escola ou um hospital são considerados como infraestrutura secundária (FULMER, 2009), uma vez que são abastecidos e

suportados pelos sistemas primários e oferecem serviços mais elaborados, como saúde, educação, cultura, segurança etc.



Exemplificando

Imagine uma escola. Para o seu funcionamento, além da presença do corpo docente e dos estudantes, essa escola precisa ser abastecida com energia elétrica, água potável e uma rede de coleta de esgoto e de resíduos sólidos. Além disso, é preciso que ela seja acessível por meio de vias. Todos esses elementos que a abastecem correspondem ao sistema primário de infraestrutura. A escola, por sua vez, faz parte dos sistemas secundários.

Uma vez definido o conceito de infraestrutura urbana e nosso enfoque nas infraestruturas primárias, é preciso identificar algumas de suas características principais. Essas características vão indicar as condicionantes para a implantação e gestão da infraestrutura além de suas consequências na dinâmica urbana. Para compreender melhor, vamos dividir suas características em quatro tipos.

Características técnicas

As características técnicas se referem aos elementos técnicos e às tecnologias existentes responsáveis pelo funcionamento de cada infraestrutura (energia, transporte etc.). Correspondem tanto ao conhecimento científico aplicado quanto à sua existência material. Nesse último caso, ainda é possível fazer uma distinção entre os elementos nodais (estações de tratamento, transformadores) e lineares (cabamentos, tubulações e ruas).

Características sociais e econômicas

Os sistemas de infraestrutura têm impacto significativo sobre a sociedade. Dois elementos se fazem necessários: a garantia de acesso igualitário e a qualidade do serviço nas diferentes localidades de uma cidade. Tipicamente, as comunidades menos privilegiadas em termos econômicos são também as que têm menos acesso às redes de infraestrutura ou ficam sujeitas a pior qualidade dos serviços prestados.

No aspecto econômico, toda infraestrutura envolve um custo, seja ele relacionado à sua construção, manutenção, operação ou aprimoramento. De forma geral, a implantação de um sistema de infraestrutura denota grande investimento de capital, muitas vezes por meio de recursos públicos. Uma vez investido, esses gastos não são recuperados. No entanto, uma vez estabelecidos, os custos adicionais relacionados ao seu uso são consideravelmente baixos. Portanto, é racional que a infraestrutura já existente seja utilizada ao máximo ao invés de se construir segunda, implicando em novos e altos custos para o investidor. Isso ajuda a explicar porque determinados serviços são oferecidos apenas por uma companhia.

Características ambientais

Se referem à interação dos sistemas de infraestrutura com o meio natural. Ou melhor, dizem respeito aos impactos positivos ou negativos que os sistemas possuem no meio ambiente. Dentre os impactos negativos destacamos a emissão de CO₂ e poluentes, movimentações de terra, deslocamento de comunidades, enchentes, desflorestamento etc. (WORLD BANK, 2007). Em geral, toda infraestrutura urbana impacta negativamente o meio ambiente. No entanto, é possível encontrar projetos que tentam minimizar os impactos ou oferecer uma contribuição positiva ao meio ambiente. Destacamos os sistemas de infraestrutura verde, o tratamento de esgoto, a criação de redes inteligentes e, até certo ponto, a geração de energias limpas (solar e fotovoltaica, por exemplo).



Pesquise mais

As redes inteligentes ou os “Smart Grids” constituem os tradicionais sistemas de distribuição de energia somados à tecnologia da informação e automação. Procure saber sobre como funciona esse sistema e quais seus principais benefícios. Como sugestão, acesse a página indicada. Disponível em: <<http://www.siemens.com.br/desenvolvimento-sustentado-em-megacidades/smart-grid.html>>. Acesso em: 28 nov. 2016.

Características territoriais

De forma geral, os sistemas de infraestrutura não se limitam aos limites territoriais e políticos de uma cidade, um estado e até mesmo de um país. Um mesmo rio pode ser utilizado para abastecer cidades em diferentes localidades, o esgoto despejado por uma cidade pode poluir o rio utilizado por outras cidades, e uma usina de geração de energia pode abastecer diferentes países. Esses exemplos mostram que existe uma necessidade de coordenação em diferentes níveis para garantir a interconectividade, operabilidade e gestão eficiente dos sistemas.

Com o desenvolvimento das cidades e das tecnologias, a infraestrutura urbana cresceu em termos de complexidade e alcance. Como sistema, a infraestrutura é subdividida em subsistemas segundo diferentes critérios de classificação. Mascaró e Yoshinaga (2005) sugerem a utilização de dois modos de classificação dos subsistemas a partir da sua (i) função e (ii) localização. Outros autores oferecem modelos diferentes de classificação, como critérios econômicos (HANSEN, 1965) e redes (BIEHL, 1991). Nesse momento, nosso enfoque será dado à classificação a partir da função e localização.

Classificação dos subsistemas a partir de sua função

A classificação dos subsistemas (ou sistemas) a partir da função permite identificar, de forma objetiva, a sua finalidade. Novamente, diferentes abordagens podem ser adotadas na classificação dos subsistemas. Propomos a divisão em 5 subsistemas: (i) de transportes (ou viário), (ii) de água e águas residuais, (iii) de energia, (iv) de resíduos e (v) de Informação e Comunicação.

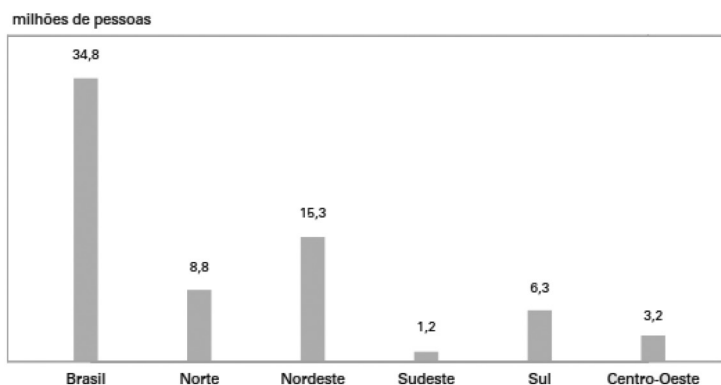
Subsistema de transporte (ou viário)

O objetivo do subsistema viário é permitir o deslocamento de pessoas e mercadorias, além de garantir o acesso dos cidadãos à educação, lazer, trabalho, supermercados e outros serviços essenciais (NAÇÕES UNIDAS, 2012). Para isso, esse sistema é composto de diversos elementos físicos adaptados aos diferentes modos de transporte. Ruas, avenidas, pontes, trilhos de trem e metrô, ciclovias e ciclofaixas, e outros compõem o subsistema. Mascaró e Yoshinaga (2005) apontam que esse é o subsistema mais caro para implantação em um processo de urbanização e o que apresenta maior dificuldade para expansão em função do aumento da demanda.

Subsistema de água e águas residuais

Corresponde ao subsistema responsável pelo abastecimento de água potável, coleta e tratamento de águas residuais. Entendemos por água residual (ou esgoto) a água, que é afetada pela utilização em atividades domésticas, industriais, comerciais e/ou agrícolas. Devemos também considerar o manejo de águas pluviais como pertencente a esse subsistema. O abastecimento de água é geralmente conectado a uma fonte de água como um rio, um lago ou uma represa, que, após tratamento, é destinado ao uso humano em diversas atividades. A rede de águas residuais, por sua vez, coleta a água utilizada e, em um cenário ideal, a transporta até as estações de tratamento, onde é tratada e devolvida ao sistema. No entanto, países em desenvolvimento como o Brasil, ainda enfrentam problemas relacionados ao baixo alcance das redes de abastecimento, coleta e tratamento de esgoto. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), apenas 55,2% dos municípios brasileiros fizeram a coleta de esgoto em 2008 e apenas 28,5% fizeram o tratamento (IBGE, 2008). A O Gráfico 1.1 apresenta os resultados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) e mostra o número de pessoas sem acesso à rede coletora de esgoto no país e nas diferentes regiões. Vale lembrar que é uma pesquisa realizada com periodicidade variável e, por isso, não existem dados mais atualizados.

Gráfico 1.1 | Número de pessoas (em milhões) sem acesso à rede coletora de esgoto no país e nas regiões em 2008



Fonte: adaptada de IBGE (2008).



Refleta

E você? Sabe se o esgoto da sua residência é corretamente coletado e tratado? Procure se informar sobre o sistema de coleta de esgoto da sua cidade e do seu bairro. O que poderia ser feito para melhorar?

Subsistema de energia

O subsistema de energia é responsável pelo abastecimento de energia para a cidade. Pode ser separada em duas redes: a de eletricidade e a de gás (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005). Tradicionalmente, a geração de energia elétrica é realizada fora dos limites da área urbanizada e em grande escala. Atualmente, a partir do desenvolvimento de novas tecnologias, percebemos um aumento na geração local de energia com o uso de painéis fotovoltaicos, por exemplo.

Subsistema de resíduos sólidos

Corresponde ao conjunto de elementos responsáveis pela coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos gerados na cidade a partir das diferentes atividades. Comumente, a coleta, seletiva ou não, é realizada por caminhões e transportada até os aterros, usinas de tratamento e/ou triagem de resíduos. Em seguida, a destinação adequada é feita visando sua reutilização, compostagem, recuperação, aproveitamento energético e aterros sanitários (BRASIL, 2010).

Subsistema de informação e comunicação

As redes de informação e comunicação são responsáveis, principalmente, por

oferecer acesso aos serviços de telefonia e internet. Fazem parte do subsistema os dutos, condutores, torres, servidores, entre outros (ANATEL, 2012), além das centrais e servidores. Trata-se de um sistema relativamente novo se comparado aos outros sistemas, mas com alto desenvolvimento tecnológico e importância econômica para as cidades. No Brasil, o acesso à Internet vem aumentando ao longo dos últimos anos saltando de 6,3 milhões domicílios em 2004 (14% do total) para 25,7 milhões (46% do total) em 2012 (IBGE, 2014).



Assimile

Vimos, portanto, que o sistema de infraestrutura urbana se divide em diferentes subsistemas. Esses podem ser classificados a partir de diferentes critérios. O mais utilizado é a classificação a partir da sua função. São eles: Subsistema de transportes, de água e águas residuais, de energia, de resíduos sólidos e de informação e comunicação.

Classificação dos sistemas segundo a sua localização

Devemos ressaltar a interdependência dos subsistemas. Os diferentes subsistemas mencionados muitas vezes compartilham o mesmo espaço e os mesmos elementos (como os cabos de energia elétrica e das redes de comunicação que utilizam os mesmos postes, e a rede de drenagem pluvial, que se articula com o sistema viário). Além do espaço, os subsistemas também dependem uns dos outros (como os semáforos e a rede elétrica). Nesse sentido, é importante compreendermos as diferenças entre os diferentes subsistemas a partir de sua localização em níveis e faixas (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005). São eles: Nível aéreo, Nível da superfície do terreno, Nível subterrâneo.

Nível da superfície do terreno

Corresponde ao nível das ruas e calçadas e possui grande articulação com os outros níveis. Oferece a base de suporte para os postes, permite a instalação e manutenção dos subsistemas subterrâneos, como tubulações de água, esgoto e gás, fiações (em alguns casos). Portanto, deve ser pensado buscando otimizar o acesso aos diferentes subsistemas e garantir a segurança para evitar rupturas e outros incidentes.

Nível subterrâneo

É o nível onde se localizam as redes de drenagem pluvial, abastecimento de água, coleta de esgoto e meio de transporte subterrâneo, como o metrô. Em alguns casos, comporta também as redes elétricas e de comunicações. Devido ao alto número de redes que existem no nível subterrâneo, a sua gestão é complexa, uma vez que diversas empresas atuam na rede, e exige cuidados para evitar acidentes.

Nível aéreo

Em geral, corresponde ao nível em que se localizam as redes de energia elétrica, comunicação e informação. Uma tendência existente atualmente é a de que essas redes também se localizem no nível subterrâneo, mas exigem um custo maior para implementação. No Brasil, a grande maioria das redes elétricas é localizada no nível aéreo. Em tempo, alguns tipos de Veículos Leves sobre Trilhos, conhecidos como VLT, também utilizam o nível aéreo para condução de energia elétrica.

A definição e os conceitos apresentados são importantes para aprofundamento no tema da infraestrutura urbana ao permitir distinguir quais são, de fato, os elementos que compõem o sistema de infraestrutura. E a partir da apresentação desses elementos ao longo desta seção, temos subsídios suficientes para discutir cada um dos subsistemas independentemente. Não devemos esquecer, entretanto, que todos os subsistemas se inter-relacionam e alguns apresentam relações de dependência, como o caso do subsistema de comunicações e o de energia elétrica.

Sem medo de errar

Relembrando, você deve se reunir com os futuros moradores do novo bairro residencial e apresentar uma lista inicial contendo quais elementos de infraestrutura são essenciais para o início da construção das moradias e definir algumas diretrizes gerais sobre onde cada elemento se localizará. Trata-se de uma questão que já pode estar definida na legislação do município, mas poderá ser aprimorada a partir dos seus apontamentos.

Como vimos ao longo da sessão, a infraestrutura urbana corresponde à base de suporte para as atividades urbanas. É a base que permite o funcionamento das cidades. Nesse sentido, antes que o seu bairro possa receber as primeiras residências é preciso que ele apresente uma série de elementos relacionados à infraestrutura urbana. Cada um desses elementos faz parte de um subsistema específico e atende a uma necessidade ou função específica.

Nesse momento, não esperamos que você contemple detalhadamente cada subsistema, mas apenas liste o que o futuro bairro deveria conter: primeiramente, podemos citar as redes de abastecimento de água e coleta de águas residuais (esgoto e águas pluviais), localizadas no nível do subsolo. A rede de energia elétrica e de comunicação e informação também podem ser localizadas no nível do subsolo. É uma opção mais atual, mas que ainda não foi incorporada às práticas de urbanização no país.

O sistema viário será importante tanto durante o desenvolvimento inicial do bairro, como para seu funcionamento após a chegada dos primeiros moradores. É ele quem

permite a articulação do seu bairro com o restante da cidade. De forma geral, esses subsistemas são fundamentais para abastecer as futuras residências. A coleta de resíduos sólidos, em geral, é realizada por caminhões e, portanto, também depende do sistema viário.

Avançando na prática

Tratar ou não?

Descrição da situação-problema

Na sua cidade existe um debate sobre a necessidade de implantar uma estação de tratamento de esgoto ou não? Atualmente, todo o esgoto coletado é descarregado em um rio que, além de passar por sua cidade, também passa por outras cidades. Nos últimos anos, houve um aumento significativo de doenças relacionadas à contaminação da água na sua região. A sua cidade é a única na região com hospitais para atender esses casos. Além disso, um recente e longo período de seca deixou a sua cidade em estado crítico de falta de água. Preocupados com os custos da construção dessa estação, os vereadores querem ouvir um especialista. Você foi convidado a mostrar quais as consequências e importância da implantação desse sistema de tratamento. Será possível usar exemplos históricos para ilustrar a importância desse sistema? Quais seriam os impactos da implantação do sistema de tratamento de esgoto na sua cidade? E os impactos caso não seja implantado?

Uma dica importante é lembrar dos problemas urbanos ocorridos durante a revolução industrial e como foram resolvidos

Resolução da situação-problema

Relembrando o período da Revolução Industrial, as maiores cidades daquele momento passaram a sofrer sérios problemas relacionados à saúde pública, em virtude da contaminação das águas e falta de abastecimento de água potável. Esse problema traz uma série de consequências negativas para a cidade, principalmente em termos econômicos (menos pessoas trabalhando e maior custo para o tratamento de doenças). Nesse momento, passaram a investir em novas infraestruturas para minimizar os problemas. Você pode usar esse exemplo para mostrar que apesar dos custos, a melhoria da infraestrutura pode beneficiar economicamente a sua cidade.

O tratamento do esgoto tem impactos positivos no meio ambiente ao evitar que ele seja despejado diretamente nos corpos d'água. Assim, sua cidade também evita que as outras cidades, abastecidas pelo mesmo rio, tenham problemas com a contaminação. Lembrando que o hospital da sua cidade atende a essas cidades, ao melhorar as condições de saúde é possível que o hospital precise atender menos pessoas e, portanto, use menos recursos.

Faça valer a pena

1. A infraestrutura urbana possui diferentes características que vão indicar as condicionantes para a implantação e gestão da infraestrutura além de suas consequências na dinâmica urbana.

Quais são os tipos de características relacionados à infraestrutura urbana?

- a) Características (i) de transporte, (ii) de água e águas residuais, (iii) ambientais e (iv) territoriais.
- b) Características (i) políticas, (ii) estéticas, (iii) ambientais e (iv) territoriais.
- c) Características (i) técnicas, (ii) sociais e econômicas, (iii) ambientais e (iv) territoriais.
- d) Características (i) técnicas, (ii) sociais e econômicas, (iii) ambientais e (iv) políticas.
- e) Características (i) técnicas, (ii) urbanas, (iii) ambientais e (iv) políticas.

2. Apesar de exercerem funções diferentes, alguns elementos de cada subsistema se localizam no mesmo local e, em determinados momentos, apresentam uma relação de dependência entre si. Ou seja, é possível que, para funcionar, um subsistema dependa da presença de outro subsistema.

Indique quais dos subsistemas abaixo geralmente compartilham o mesmo local e exercem uma relação de dependência.

- a) Subsistema de energia e subsistema de resíduos sólidos.
- b) Subsistema de informação e comunicação (internet) e subsistema de energia.
- c) Subsistema de transporte e subsistema de água e águas residuais.
- d) Subsistema de informação e comunicação (internet) e subsistema de resíduos sólidos.
- e) Subsistema de resíduos sólidos e subsistema de tratamento de resíduos.

3. A infraestrutura urbana é o conjunto dos sistemas sociotécnicos incorporados ao meio urbano para o qual eles oferecem serviços fundamentais para o seu funcionamento. Podemos diferenciar os sistemas em infraestrutura primária e infraestrutura secundária.

Quais dos elementos abaixo compõem apenas a infraestrutura primária?

- a) Rede de energia elétrica, tubulações para abastecimento de água, sistema viário, escolas.
- b) Rede de energia elétrica, hospitais, tubulações para abastecimento de água, sistema viário.
- c) Rede de energia elétrica, tubulações para abastecimento de água, ferrovias, escolas.
- d) Rede de energia elétrica, presídios, sistema viário, escolas.
- e) Rede de energia elétrica, tubulações para abastecimento de água, sistema viário, coleta de esgoto.

Seção 1.3

Legislação aplicada à infraestrutura urbana

Diálogo aberto

Caro estudante, nesta sessão, vamos conhecer um pouco sobre a importância da legislação urbana no processo de desenvolvimento urbano, e será apresentada uma série de leis e instrumentos, como o Estatuto da Cidade, o Plano Diretor e a Lei de Uso de Ocupação do Solo. Em seguida, alguns exemplos serão utilizados para encerramento dessa cidade. A proposta é oferecer alguns elementos mais concretos para auxiliar o seu aprendizado.

Lembremos que você atua em um escritório dedicado a habitações coletivas e consultoria a prefeituras. Você tem auxiliado o desenvolvimento de um plano para implantação de um bairro e definição das diretrizes para o seu desenvolvimento.

Nesse momento, a prefeitura procurou você, pois está com receio de que a empresa responsável pelos projetos e obras do novo bairro não inclua um sistema para tratamento da rede de esgoto das moradias, tendo em vista que não existe uma obrigação legal. Ao mesmo tempo, a preocupação é que os moradores comecem a captar mais água do que o necessário ao utilizar sistemas de irrigação ineficientes para exercer suas atividades agrícolas, causando problemas no abastecimento da cidade. Você precisa fazer sugestões à prefeitura para solucionar essa situação.

Quais soluções você acredita que podem ser tomadas pela prefeitura? Existe alguma forma de solucionar o problema atual e evitar que a mesma situação se repita no futuro? Como fazer para que os moradores utilizem sistemas de irrigação mais eficazes? Como nortear o desenvolvimento de futuros empreendimentos urbanos, a fim de garantir o padrão de vida da sua cidade?

Sugerimos que atente para a importância da legislação urbana na regulação do desenvolvimento urbano visando garantir o bem-estar comum e acesso igualitário aos benefícios que uma cidade pode oferecer. Bons estudos!

Não pode faltar**Legislações e Plano Diretor aplicados à infraestrutura urbana**

Já sabemos sobre a importância da infraestrutura urbana para o surgimento das primeiras cidades e seu papel durante a Primeira Revolução Industrial. A infraestrutura é condição de suporte para o desenvolvimento ao mesmo tempo em que o desenvolvimento dá origem a novas tecnologias e infraestrutura (NEUMAN; SMITH, 2010). Lembremos que na Primeira Revolução Industrial, as cidades vivenciaram grande aumento populacional. Nesse momento, as condições sanitárias das edificações e das cidades, em geral, levaram as primeiras cidades industriais (como Londres, Manchester e Hamburgo) a presenciar graves problemas em relação à saúde pública. Ainda no século. XIX, uma série de leis e normas foram aprovadas visando a melhoria da infraestrutura urbana e das condições internas das edificações.

Nesse sentido, a legislação é um importante instrumento para organização da sociedade e proteção dos direitos individuais. Ela garante a preservação das liberdades individuais em meio a complexidade de relações presentes na sociedade. No caso da infraestrutura urbana, ela deve permitir o acesso igualitário aos recursos necessários (água, energia, comunicação e transporte) para o desempenho das diferentes atividades de um indivíduo (moradia, trabalho, lazer etc.), além de garantir que as mesmas atividades não interfiram negativamente (esgoto e resíduos sólidos) nas atividades desempenhadas por outros indivíduos. Nos processos de planejamento urbano, portanto, é importante estabelecer os requisitos mínimos de infraestrutura que devam ser contemplados. No Brasil, de forma geral, esse papel é desempenhado pelo Plano Diretor Municipal.

O Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257/2001 (BRASIL, 2001), que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição da República Federativa do Brasil, institui o Plano Diretor como “o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana”. (BRASIL, 1988). No próprio Estatuto da Cidade, é estabelecido que a política urbana tem como objetivo “o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana”, visando o bem coletivo, segurança e bem-estar dos cidadãos. O estatuto aponta ainda o tratamento prioritário às obras e edificações de “infraestrutura de energia, telecomunicações, abastecimento de água e saneamento”. Ainda assim, a infraestrutura urbana das cidades brasileira não é capaz de atender toda a população e, em geral, os bairros da periferia são os mais afetados pela ineficiência e/ou inexistência de um sistema adequado de infraestrutura urbana (YOSHINAGA, 2003 e IBGE, 2008).



Pesquise mais

O Estatuto da Cidade, lei sancionada em 2001 após mais de uma década de tramitação, é um importante instrumento para o desenvolvimento urbano. Busque se informar sobre a LEI Nº 10.257, DE 10 DE JULHO DE 2001 no Portal da Legislação do governo Federal, em especial ao Capítulo III da lei, que trata do Plano Diretor. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/legislacao/portal-legis/legislacao-1/estatutos>> . Acesso em: 20 dez. 2016.

O Plano Diretor é, portanto, o principal instrumento do Estatuto da Cidade que, ao contemplar outros instrumentos, estabelece a obrigação das prefeituras em desenvolver e rever, a cada dez anos, as políticas de desenvolvimento e expansão urbana de todo o município, incluindo as áreas ainda não urbanizadas. Praticamente todas as etapas de desenvolvimento do Plano Diretor estão relacionadas à infraestrutura urbana, ainda que indiretamente.



Exemplificando

O inciso II e IV do Artigo 42-A do Estatuto da Cidade estabelece que o Plano Diretor deve: (i) identificar as áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos ou inundações e (ii) propor medidas de drenagem urbana visando a prevenção e/ou mitigação dos desastres. (BRASIL, 2001)

É importante ressaltar que além do estabelecimento de critérios técnicos para desenvolvimento das cidades, o Plano Diretor é também um instrumento político. Deve atentar às desigualdades socioeconômicas especializadas e específicas do território e buscar a implantação de políticas que minimizem seus efeitos, além de garantir “a justa distribuição dos ônus e benefícios decorrentes do processo de urbanização do território de expansão urbana e a recuperação para a coletividade da valorização imobiliária resultante da ação do poder público.” (BRASIL, 2001).

Lei do Parcelamento do Solo Urbano aplicado à infraestrutura urbana

Se o Plano Diretor condiciona as políticas de desenvolvimento urbano de cada município, a Lei de Parcelamento do Solo Urbano Nº 6.766/1979 (BRASIL, 1979) define as condicionantes para o parcelamento do solo, mediante loteamento ou desmembramento. O Artigo 2º da respectiva lei define loteamento e desmembramento em seus incisos 1º e 2º:



(...)§ 1º - Considera-se loteamento a subdivisão de gleba em lotes destinados à edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes.

§ 2º- considera-se desmembramento a subdivisão de gleba em lotes destinados à edificação, com aproveitamento do sistema viário existente, (...) (BRASIL, 1979, Art. 2º)



Assimile

Segundo a Lei 6.766/1979, existem duas formas de parcelamento do solo, loteamento ou desmembramento. No loteamento existe um processo de modificação do sistema viário (abertura, prolongamento, modificação ou ampliação de vias.). Já no caso do desmembramento, não cabe a modificação do sistema viário, mas apenas a subdivisão da gleba em lotes menores.

Em ambos os processos, de loteamento e desmembramento, o lote é o resultante principal. No entanto, a própria Lei 6.766/1979 estabelece que o lote, além das dimensões mínimas definidas no Plano Diretor, deve ser dotado de infraestrutura básica. Essa infraestrutura, segundo a Lei 11.445/2007, corresponde às redes de “escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação”. (BRASIL, 2007)

Devemos atentar ainda que tanto o Estatuto da Cidade quanto a Lei do Parcelamento do Solo tratam de aspectos mais genéricos. Ou seja, cabe aos governos estaduais e municipais o estabelecimento de diretrizes mais específicas e contextualizadas. As especificidades de cada região ou município devem ser consideradas em leis específicas. No caso dos municípios, o parcelamento do solo e, consequentemente, a construção das redes de infraestrutura podem ficar sujeitos a diferentes leis municipais. Como exemplo, citamos o próprio Plano Diretor, as leis municipais de parcelamento do solo, meio ambiente, de uso e ocupação do solo, e também os planos setoriais, como de transporte, mobilidade e saneamento.

Exemplo de Intervenção: Planos Urbanos Europeus (Haussman, Cerdá)

Agora que temos um panorama geral da infraestrutura urbana, podemos nos atentar a alguns exemplos de Planos Urbanos importantes para o nosso contexto de aprendizagem. Nosso enfoque será dado aos planos urbanos e/ou de intervenção de Paris e Barcelona, no séc. XIX, e Curitiba e Brasília, no séc. XX.

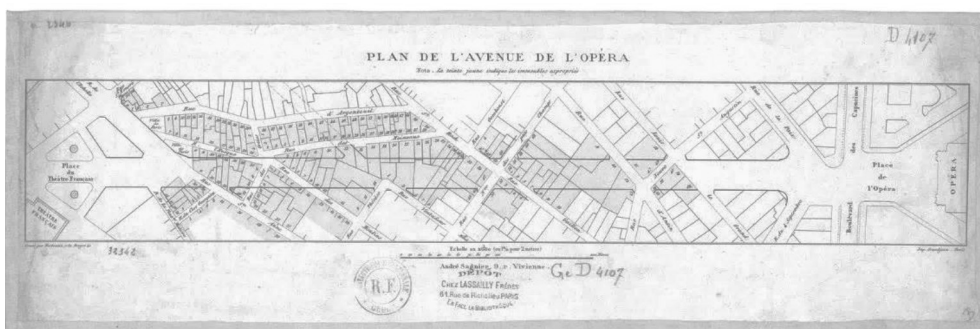
Paris – Plano Haussman

Assim como as outras cidades industriais, Paris presenciou forte processo de urbanização e crescimento populacional. O resultado desse processo foi o surgimento de habitações de má qualidade, doenças e alta taxa de mortalidade. Na tentativa de responder a essa condição, foi desenvolvido, em Paris, um dos projetos mais importantes do séc. XIX em termos de intervenção urbana. O projeto foi implementado pelo Barão Georges-Eugene Haussmann, prefeito da Região do Sena, a pedidos de Napoleão III.

O plano de intervenções realizado por Haussmann contemplou diferentes elementos estruturantes da cidade, garantindo seu caráter abrangente. Destacamos (i) a ampliação do sistema viário, (ii) a criação de parques e bulevares, (iii) a preocupação com a estética das edificações e (iv) a melhoria dos serviços urbanos, em que estão incluídos alguns subsistemas da infraestrutura urbana (SAALMAN, 1971). Nesse momento, discutiremos, principalmente, as intervenções no sistema viário e serviços urbanos. No entanto, os quatro elementos apresentam inter-relações e, por esse motivo, tanto a preocupação estética quanto a criação de parques e bulevares também serão brevemente apresentadas.

Em relação ao sistema de vias, o plano implementado por Haussmann adotou uma postura inovadora ao implementar novas vias a partir de uma série de cortes no tecido urbano já existente, incluindo áreas já ocupadas por edificações. A Figura 1.2 apresenta um exemplo das intervenções realizadas por Haussmann. Na imagem, é possível ver a projeção da Avenida da Ópera sobreposta à malha urbana já existente, incluindo as propriedades a serem desapropriadas e demolidas. Em tempo, o alto número de desapropriações é uma característica marcante do plano de Haussmann.

Figura 1.2 | Plano de intervenção da Avenida da Ópera em Paris, indicando as edificações as serem demolidas



Fonte: adaptada de <<http://gallica.bnf.fr/>>. Acesso em: 2 jan. 2017.

Existiam duas motivações claras referentes à abertura das novas vias, segundo Saalman (1971). O primeiro estaria relacionado à transformação das ruas em um “palco” para a classe média alta francesa fazer compras, passear ou socializar nas cafeterias e restaurantes. O segundo se relaciona à importância em se criar corredores de conexão entre os elementos mais importantes da cidade naquele período, como o acesso das estações de trem, nas periferias, para locais-chave (hospitais, edifícios públicos, áreas de entretenimento e centros comerciais). Em complemento à abertura das novas vias, uma série de parques e bulevares foi criada a partir da crença de que ar puro e luz solar poderiam servir para evitar doenças contagiosas, e da visão romântica de Napoleão III.

Além de novas vias e parques, Paris também foi contemplada com uma larga ampliação dos sistemas de iluminação pública, abastecimento de água potável e coleta de esgoto. Esse é um dos aspectos mais impressionantes do plano implementado por Haussmann. O abastecimento de água dobrou sua capacidade ao captar água de fontes localizadas a 160km de distância, ao mesmo tempo em que o sistema de drenagem urbana foi suficiente para impedir o acúmulo de água nas ruas de Paris, minimizando os problemas de contaminação local, ainda que a solução adotada apenas removesse o problema para longe das áreas urbanas (TZANAKAKIS et al., 2014).



Refleta

O plano de Haussmann resultou em um grande número de desapropriações e demolições de edifícios existentes para a construção de novas vias. Há mais de 150 anos depois, você acredita que um plano dessa magnitude seria facilmente implantado? Quais aspectos o levam a acreditar que sim ou não?

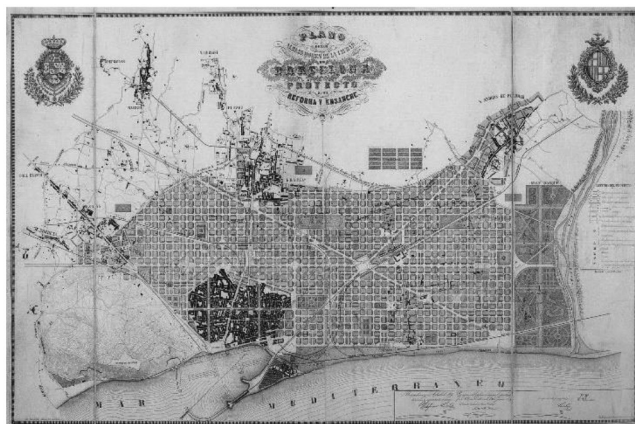
Barcelona – Cerdà

Até meados do século XIX, a cidade de Barcelona havia se desenvolvido dentro dos limites de uma muralha constituída ao longo de toda sua história, em especial nos séculos XIII e XIV (WYNN, 1979). Assim como em outras cidades, a Revolução Industrial trouxe desafios relacionados ao aumento populacional e manutenção da cidade dentro dos limites de sua muralha. Com o estabelecimento da classe operária, surgem as primeiras revoltas civis, já em 1855, e com o fortalecimento da burguesia, a necessidade de expansão da cidade para o investimento em novas fábricas e tecnologias (URBANO, 2016).

A solução adotada contemplou a demolição da muralha e execução de um plano de expansão, selecionado por meio de um concurso. Apesar do plano do então engenheiro Ildefons Cerdà não ter sido o vencedor, seu plano foi escolhido pelo Governo Central de Madrid para sua execução. Sua escolha se deu devido a sua

boa relação política e seu conhecimento profundo das condições de vida dentro das muralhas de Barcelona.

Figura 1.3 | Plano de expansão da cidade de Barcelona desenvolvido por Idelfons Cerdà



Fonte: adaptada de <<http://pares.mcu.es/>>. Acesso em: 2 jan. 2017.

O plano baseou-se na expansão da cidade a partir de um grid regular e ortogonal de vias, conforme a Figura 1.3 apresenta. Na figura, é possível identificar no canto esquerdo inferior o tecido urbano da antiga Barcelona (traços mais escuros) e o plano de Expansão de Cerdà. As vias propostas por Cerdà deveriam ser suficientes para a passagem de quatro carruagens, tendo em vista que esse era o modelo predominante de transporte. As vias de circulação também foram projetadas para oferecer espaço suficiente aos pedestres. O resultado foi a criação de passeios públicos com aproximadamente 5 metros de largura e ruas com aproximadamente 10 metros. Algumas avenidas principais eram ainda mais largas.

Diferentemente do plano de Haussmann em Paris, o plano de Cerdà tinha menos preocupações em relação ao abastecimento de água e coleta das águas residuais. Na verdade, o plano apresentado não contemplava sequer o plano para coleta das águas residuais, desenvolvido mais tarde por Cerdà. Ainda assim, a maior parte das soluções apresentadas eram desconectadas e acabaram até mesmo por causar alguns problemas. A situação piorou quando, em 1962, uma forte tempestade devastou grande parte de Barcelona, em especial a La Rambla, uma das principais vias de Barcelona. A ausência de legislação específica é apontada como uma das causas para a ausência de projetos relacionados ao abastecimento de água e coleta de águas residuais (MARTINEZ et al., 2014).

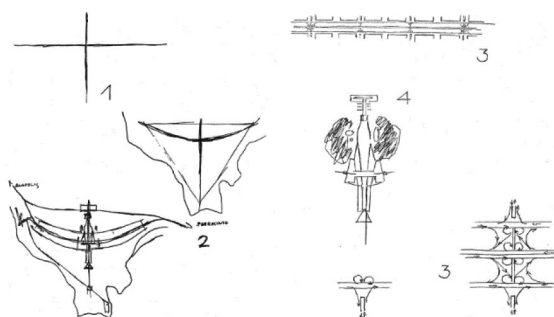
Brasília

Brasília se destaca dos demais exemplos por se tratar de uma cidade criada do zero a partir do Plano Piloto, de Lúcio Costa, vencedor do concurso realizado em 1957, durante o governo de Juscelino Kubitschek. No edital do concurso, é possível identificar os elementos fundamentais à infraestrutura urbana que deveriam ser contemplados: o traçado básico da cidade; os cálculos para o abastecimento de energia elétrica, de água e de transporte, e a previsão para o abastecimento de energia elétrica, de água e de transporte. No entanto, a defesa do plano apresentado por Lúcio Costa contém poucos detalhes sobre a estruturação da infraestrutura relacionada ao abastecimento de energia elétrica, de água e coleta de esgotos. Foca principalmente no desenvolvimento dos eixos viários e zoneamento.

A racionalidade desejada para a nova cidade conduziu não somente a implantação do sistema viário em dois eixos perpendiculares, mas também a distribuição dos outros subsistemas de infraestrutura (água, coleta de esgoto, energia elétrica). Em tempo, são os eixos perpendiculares quem definem a organização estrutural da cidade, conforme a Figura 1.4 (1). A partir deles, a adaptação ao terreno buscou o escoamento natural das águas, em direção ao lago Paranoá, e uma melhor orientação, motivo pelo qual o eixo Norte-Sul é, então, arqueado (2).

A preocupação com a fluidez das vias levou à tentativa de eliminação dos cruzamentos e clara hierarquização viária (3), sendo o eixo Norte-Sul responsável pela função circulatória de tronco, “com pistas laterais para o tráfego local, e dispondo-se ao longo desse eixo o grosso dos setores residenciais” (COSTA, 1991, p. 22). Ou seja, ao longo do eixo Norte-Sul localizam-se os setores residenciais, sendo reservado ao eixo Leste-Oeste, outros usos (centros cívicos e administrativos, lazer, administração municipal etc.). A esse foi dado o nome de eixo monumental (4).

Figura 1.4 | Processo de desenvolvimento conceitual do Plano Piloto de Brasília e estudos do sistema viário



Fonte: adaptada de Costa (1991, p. 22).

Curitiba

Curitiba também representa um exemplo a ser destacado, em especial no que se refere ao sistema viário e, em especial ao sistema de transporte público. Já no plano Agache (1941-1943), percebe-se a preocupação com o sistema viário, na figura do Plano de Avenidas. Embora não tenha sido totalmente implantado, do plano restaram algumas propostas relacionadas ao alargamento das vias e as galerias pluviais (Prefeitura Municipal de Curitiba, 2016). Nesse momento, no entanto, vamos focar nas soluções adotadas em Curitiba no período após a década de 1960.

Vale lembrar que o Brasil enfrentou forte processo de urbanização a partir, principalmente, da segunda metade do século XX. Fato que levou grande parte das cidades brasileiras a discutir seus sistemas de transporte, priorizando, em grande parte, o uso do automóvel individual em projetos de grande escala. Curitiba, por outro lado, optou por intervenções menores e em grande quantidade, priorizando principalmente a circulação do transporte coletivo em vias expressas e exclusivas. Três elementos fundamentam o desenvolvimento urbano de Curitiba a partir de 1970, ano em que o Arquiteto Urbanista Jaime Lerner assume a prefeitura da cidade. São eles: o sistema de transporte integrado racional, o desenvolvimento de uma rede de sistema viário e as leis de uso e ocupação do solo para preservação ambiental e cultura da cidade (RABINOVITCH, 1992).

O sistema integrado de transporte em Curitiba priorizou o uso de ônibus, uma opção mais barata e de rápida instalação se comparada ao VLT (Veículo Leve sobre Trilhos) e Metrô. Eixos estruturantes foram estabelecidos, de forma a otimizar o fluxo do transporte coletivo. Esses eixos se dividem em um sistema de três vias, conhecido como trinário. Cada eixo contempla uma via central e exclusiva para ônibus, margeada por vias locais de tráfego lento, e uma localizada a um quarteirão, reservada ao tráfego rápido (GNOATO, 2006), conforme a Figura 1.5. Ao centro da figura, identificamos as vias exclusivas de ônibus e tráfego lento, e nas margens, as vias de tráfego rápido.

Figura 1.5 | Sistema trinário desenvolvido para a cidade de Curitiba



Fonte: adaptada de Prefeitura Municipal de Curitiba, S/I.

Os quatro exemplos apontam diferentes formas de concepção da infraestrutura urbana nas cidades. Com exceção de Brasília, os planos de intervenção, contextualizados ao seu momento histórico, visavam à adequação das cidades às novas condições urbanas, principalmente relacionadas ao desenvolvimento tecnológico e crescimento populacional. Os exemplos citados são pequenas contribuições ao estudo da infraestrutura urbana, mas permitem um panorama geral sobre os diversos problemas enfrentados nos processos de urbanização.



Assimile

Cada um dos exemplos citados aconteceu em um momento histórico diferente, entre os séculos XIX e XX, o que também determinou a diferente forma de abordagem para implantação das soluções. O plano de Haussmann, por exemplo, definiu a desocupação e demolição de edifícios, enquanto Cerdà preocupou-se principalmente com a futura expansão da cidade de Barcelona, sem profundas alterações na malha já existente. Brasília foi um exemplo de cidade criada a partir de um plano piloto que estabeleceu dois eixos estruturantes para o seu desenvolvimento. E Curitiba optou pela consolidação de um sistema de transporte público integrado e na criação de eixos estruturantes, segmentando as vias de tráfego rápido, as de tráfego lento e a de transporte público.

Sem medo de errar

Você foi procurado para orientar a prefeitura na solução de alguns impasses. Primeiramente, existe a preocupação de que a empresa responsável pelo projeto e execução das obras não inclua um sistema para tratamento de esgoto. Além disso, a prefeitura também quer evitar o uso excessivo de água por parte dos moradores que a utilizarão para a produção agrícola.

Nesse sentido, quais soluções você acredita que poderiam ser adotadas pela prefeitura? Existe alguma forma de solucionar o problema atual e evitar que a mesma situação se repita no futuro? Como fazer com que os moradores utilizem sistemas de irrigação mais eficazes? Como nortear o desenvolvimento de futuros empreendimentos, a fim de garantir o padrão de vida da sua cidade?

Em termos de ações a serem tomadas pela prefeitura, vimos que a legislação pode ser uma boa medida para garantir tanto o tratamento do esgoto de novos empreendimentos e também estabelecer os padrões de uso da água para a agricultura. Além de permitir a solução do impasse atual, uma nova legislação pode contribuir para que ele não se repita no futuro.

Uma das soluções possíveis seria sugerir ao Poder Executivo Municipal ou à Câmara de Vereadores uma lei que obrigue novos empreendimentos imobiliários a destinar corretamente o esgoto, seja conectando-o a um sistema de captação e tratamento já existente ou implantando um sistema novo. Assim, o município garante que todo novo bairro contará com um sistema de coleta de esgoto, que será tratado e devolvido aos cursos d'água.

Em relação ao consumo de água da atividade agrícola, uma das possibilidades também é o estabelecimento de uma lei que determine o tipo de irrigação a ser utilizada em diferentes contextos, visando obter a maior eficiência possível.

Em geral, as leis são propostas ou na esfera do Poder Executivo ou no Poder Legislativo. No entanto, como arquiteto e urbanista, você pode oferecer seu conhecimento técnico para fazer sugestões e aprimorar as leis a serem criadas.

Avançando na prática

Lotear ou desmembrar?

Descrição da situação-problema

Você foi procurado para ajudar um proprietário de uma gleba a decidir qual a melhor opção para o parcelamento do solo da sua propriedade. Ele tem dúvidas sobre qual a diferença de um processo de loteamento e um de desmembramento. Você precisa clarificar essa questão para ele e sugerir uma opção que se adeque melhor ao seu contexto. Quais as diferenças entre ambos os processos? Qual aspecto fundamental você usaria para sugerir ou o loteamento ou o desmembramento?

Em ambos os casos, alguns padrões e requisitos mínimos devem ser contemplados, conforme as Leis 6.766/1979 e 11.445/2007. Você pode clarificar quais são esses padrões e requisitos?

Resolução da situação-problema

Como vimos ao longo da sessão, o processo de parcelamento do solo pode ser dado a partir de duas maneiras, loteamento ou desmembramento. A diferença fundamental entre ambos, segundo a Lei 6.766/1979, é que o processo de loteamento presume a modificação do sistema viário; seja por abertura, prolongamento, modificação ou ampliação. O processo de desmembramento, por outro lado, trata apenas da subdivisão das glebas em lotes menores.

Para sugerir a melhor opção ao seu cliente, uma série de fatores deve ser levada em conta. No entanto, a dimensão da gleba pode ser um dos principais indicativos. Uma gleba pequena pode permitir apenas a sua subdivisão, sem a necessidade de criação

ou modificação de um sistema viário. Por outro lado, a partir de certo tamanho, é razoável imaginar que a criação de vias possibilite aumentar o número de lotes. No entanto, como mencionamos, outros critérios devem ser considerados, como a preexistência de um sistema viário e/ou a capacidade financeira do investidor (uma vez que o loteamento pressupõe maiores custos).

Por último, os requisitos mínimos contemplados, conforme as Leis 6.766/1979 e 11.445/2007, são: as dimensões mínimas definidas no Plano Diretor e a existência de infraestrutura básica que corresponda às redes de “escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação”.

Faça valer a pena

1. O Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257/2001 (BRASIL, 2001), que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição da República Federativa do Brasil, institui o Plano Diretor como “o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana.” (BRASIL, 1988). No próprio Estatuto da Cidade, é estabelecido que a política urbana tem como objetivo “o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana”, visando o bem coletivo, segurança e bem-estar dos cidadãos.

Quem é responsável pela elaboração do Plano Diretor e de quanto em quanto tempo ele deve ser obrigatoriamente revisto?

- a) O Governo Estadual, com revisão a cada 10 anos.
- b) O Governo Municipal, com revisão a cada 4 anos.
- c) O Governo Municipal, com revisão a cada 10 anos.
- d) O Governo Federal e Municipal, com revisão a cada 4 anos.
- e) O Governo Federal, com revisão a cada 10 anos.

2. Além de novas vias e parques, Paris também foi contemplada com uma larga ampliação dos sistemas de iluminação pública, abastecimento de água potável e coleta de esgoto. Esse é um dos aspectos mais impressionantes do plano implementado por Haussmann.

De forma geral, qual alternativa apresenta uma característica marcante do plano de Haussmann, implantado em Paris.

- a) O plano de Haussmann se destaca pelo caráter impositivo e autoritário, refletido no número de desapropriações e demolições executadas para ampliação do sistema viário, por exemplo.

- b) O plano de Haussmann se destaca pelo caráter democrático. Grande parte das ações foram tomadas após longos debates com a sociedade civil.
- c) O plano de Haussmann foi capaz de promover a melhoria no sistema de circulação viária sem a necessidade de realizar obras muito complexas.
- d) Apesar da eficiente mudança no sistema viário, Haussmann não soube responder bem à necessidade por melhorias na infraestrutura de abastecimento de água e coleta de esgoto.
- e) A principal característica se refere à ampliação do tecido urbano de Paris, a partir da demolição da antiga muralha que delimitava o seu crescimento.

3. O Brasil enfrentou forte processo de urbanização a partir, principalmente, da segunda metade do século XX. Fato que levou grande parte das cidades brasileiras a discutir seus sistemas de transporte. Curitiba se destaca pelas soluções adotadas, que se diferenciam do padrão das outras cidades brasileiras.

Quais características garantem a singularidade do planejamento urbano de Curitiba, já na década de 1970, que a diferenciam das outras cidades brasileiras?

- a) Curitiba optou por grandes intervenções, alargando as vias já existentes para comportar o maior número de automóveis.
- b) Curitiba optou por grandes intervenções, priorizando principalmente a construção de um sistema de metrô para comportar o crescimento populacional.
- c) Curitiba optou por intervenções menores e em grande quantidade, priorizando principalmente a circulação do transporte individual.
- d) Curitiba optou por intervenções menores e em grande quantidade, priorizando principalmente a criação de faixas exclusivas para circulação de VLTs (Veículos Leves sobre Trilhos)
- e) Curitiba optou por intervenções menores e em grande quantidade, priorizando principalmente a circulação do transporte coletivo por ônibus.

Referências

ANATEL. **Resolução nº 600, de 8 de novembro de 2012.**

ANNEZ, Patricia Clarke; BUCKLEY, Robert. Urbanization and growth: setting the context. In: SPENCE, Michael; ANNEZ, Patricia Clarke; BUCKLEY, Robert. **Urbanization and growth**. World Bank Publications, 2009. p. 1-45.

COSTA, Lúcio. **Relatório do Plano Piloto de Brasília: Brasília, cidade que inventei**. ArPDF, CODEPLAN, DePHA. Brasília, 1991

BIEHL, Dieter. The role of infrastructure in regional development. In: VICKERMAN, Roger (Ed.). **Infrastructure and regional development**. London: Pion, 1991. p. 3-9.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.**

_____. **Lei nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979.**

_____. **Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007.**

_____. **Constituição**, 1988.

_____. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, 2010.

CLARK, Peter (Ed.). **The Oxford handbook of cities in world history**. Oxford: OUP, 2013.

FULMER, Jeffrey. What in the world is infrastructure. **PEI Infrastructure investor 1.4**, p. 30-32, 2009.

GNOATO, Luiz Salvador. Curitiba, cidade do amanhã: 40 depois. Algumas premissas teóricas do Plano Wilheim-IPPUC. **Arquitextos**, v. 72, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/06.072/351>>. Acesso em: 2 jan. 2017.

HAMLIN, Christopher; SHEARD, Sally. Revolutions in public health: 1848, and 1998?. **British Medical Journal**, v. 317, n. 7158, 1998.

HANSEN, N. M. The structure and determinants of local public investment expenditures. **Review of economics and statistics 2**, p. 150-162, 1965.

HERMES, Bernard; ZRALKA, Jaroslav; CALDERÓN, Zoila. La periferia de Nakúm, Petén: datos recientes sobre la complejidad urbana de un asentamiento. In: LAPORTE, J.P.; ARROYO, B. ; MEJIA, H. (Ed.). **XIX simpósio de investigaciones arqueológicas en Guatemala**. Guatemala: Museo Nacional de Arqueología y Etnología, 2005. p. 990-1009.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <<http://servicodados.ibge.gov.br/Download/Download.ashx?http=1&u=biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>>. Acesso em: 2 jan. 2017.

IBGE. Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <http://www.mc.gov.br/publicacoes/doc_download/2799-pnad-tic-2014>. Acesso em: 2 jan. 2017.

KANG, Shin. A prototype of the modern settling-reservoir in ancient mesopotamia. **Water Resources Bulletin**, v. 9, n. 3, p. 577-582, 1973.

KREMER, Michael. Population growth and technological change: one million BC to 1990. **The Quarterly Journal of Economics**, p. 681-716, 1993.

LAY, Maxwell. **Ways of the World**. Sydney: Primavera Press. p. 401, 1992.

MARTINEZ, Montse et al. History of the Sewerage System in Barcelona, Spain: from its origins to Garcia Faria Plan. In: ANGELAKIS, AndreasN.; JOAN, B. Rose. **Evolution of sanitation and wastewater technologies through the centuries**. IWA Publishing, 2014.

MASCARÓ, Juan Luis; YOSHINAGA, Mário. **Infra-estrutura urbana**. Porto Alegre: Masquatro, 2005.

MAYS, Larry. **Ancient water technologies**. Dordrecht: Springer, 2010.

MUMFORD, Lewis. **The city in history: its origins, its transformations, and its prospects**. v. 67. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 1961.

NAÇÕES UNIDAS. **Shanghai manual: a guide for sustainable urban development in the 21st century**. Shanghai: United Nations, 2012.

NEUMAN, Michael; SMITH, S. City planning and infrastructure: once and future partners. **Journal of Planning History**, v. 9, n. 1, p. 21-42, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. **Plano Agache**. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/idioma/portugues/planoagache>>. Acesso em: 2 jan. 2017.

RABINOVITCH, Jonas. Curitiba: towards sustainable urban development. **Environment and Urbanization**, v. 4, n. 2, p. 62-73, 1992.

REIS, Nestor Goulart. **Contribuição ao estudo da evolução urbana do Brasil: 1500 - 1720**. 2. ed., São Paulo: Pini, 2000.

SAALMAN, Howard. **Hausmann: Paris Transformed**. Nova Iorque: George Braziller, 1971.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. 6. ed. São Paulo: Edusp, 2005.

SCHNITTER, Nicholas. **A history of the dams: the useful pyramids**. Rotterdam: A. A. Balkema, 1994.

SOBSEY, Mark; HANDZEL, T; VENCZEL, L. Chlorination and safe storage of household drinking water in developing countries to reduce waterborne disease. **Water Science and Technology** 47, v. 3, p. 221–228, 2003.

STONE, Elizabeth. The spatial organization of Mesopotamian cities. **Aula Orientalis**, v. 9, p. 235–242, 1991.

STROUHAL, Evžen. **Life of the ancient Egyptians**. Editorial Galaxia, 1992.

TRISTI, Eric. **The evolution of socio-technical systems**. Occasional papers 2, 1981.

THE WORLD BANK. **The Nexus between infrastructure and environment**: from the Evaluation Cooperation Group of the International Financial Institutions. Washington, 2007.

TZANAKAKIS, V. A. et al. The history of land application and hydroponic systems for wastewater treatment and reuse. In: ANGELAKIS, Andreas N.; JOAN, B. Rose. **Evolution of sanitation and wastewater technologies through the centuries**. IWA Publishing, 2014.

URBANO, Judith. The cerdà plan for the expansion of Barcelona: a model for modern city planning. **Focus**, v. 12, n. 1, p. 47–51, 2016.

WYNN, Martin. Barcelona: planning and change 1854–1977. **The Town Planning Review**, v. 50, n. 2, p. 185–203, 1979.

VALLET, Régis. Habuba Kebira: ou la naissance de l'urbanisme. **Paléorient**, p. 45–76, 1996.

VILLAÇA, Flávio. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In: _____. **O processo de urbanização no Brasil**. São Paulo: Edusp. 1999.

YOSHINAGA, Mario. Infra-estrutura urbana e Plano Diretor. **Arquitetos**, São Paulo, v. 36, n. 9, 2003. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/03.036/689>>. Acesso em: 2 jan. 2017.

Subsistemas de infraestrutura urbana: sistema viário e drenagem pluvial

Convite ao estudo

Prezado estudante, bem-vindo à Unidade 2 da disciplina de Infraestrutura urbana. Esta unidade é dedicada ao estudo dos subsistemas de *infraestrutura urbana*: sistema viário e drenagem pluvial. Nas primeiras seções, vamos tratar do subsistema viário, apresentar suas características e seu processo histórico, além da legislação pertinente. Vamos ter um enfoque na mobilidade urbana sustentável e na importância dos passeios públicos (ou calçadas) e nas políticas de transporte público coletivo. No segundo momento da unidade, nosso foco será o subsistema de drenagem pluvial. Vamos estudar o desenvolvimento tecnológico ao longo dos tempos, seus objetos e as problemáticas contemporâneas, como enchentes. Ao final, a infraestrutura verde será apresentada como alternativa sustentável aos atuais modelos.

Ao final, você vai estar familiarizado com os principais conceitos e soluções técnicas relacionadas a ambos subsistemas: viário e de drenagem. Vai ser capaz de compreender as problemáticas contemporâneas que afetam nossas cidades e qual o impacto delas no âmbito social, econômico e ambiental. E por fim, o conhecimento teórico somado aos exemplos apresentados e o seu estudo individual vão permitir que você desenvolva soluções em nível de estudos preliminares e/ou de anteprojeto para locais já urbanizados ou em processo de urbanização.

Em um escritório voltado ao planejamento urbano e projetos de infraestrutura urbana, existe uma série de profissionais de diferentes áreas e o arquiteto urbanista é um desses. No caso, você. Além do desenvolvimento de projetos por meio de licitações ou contratos, alguns escritórios também participam de concursos de projeto. Dentre as diferenças, os concursos normalmente permitem que

ideias mais inovadoras sejam apresentadas, desde que bem argumentadas e justificadas por meio de estudos, análises e exemplos.

Seu escritório está interessado em participar de um concurso lançado pela sua cidade. O concurso baseia-se na identificação de áreas problemáticas da cidade em relação ao sistema viário e à mobilidade e em um projeto para solucionar o problema e ainda otimizar o sistema de drenagem urbana. Você foi selecionado pela empresa para fazer essa sondagem inicial, identificar esses locais e propor um estudo preliminar para que, a partir daí o concurso seja desenvolvido por todo o escritório. Como você pode identificar essas áreas com problemas? Quais as características dessas áreas? Quais poderiam ser os principais motivos para que essa área apresente esses defeitos? Quais seriam suas propostas iniciais?

Ao longo da unidade, tentaremos responder a esses questionamentos com base nos elementos teóricos, na técnica e nos exemplos apresentados. Vale ressaltar que, quanto maior o seu conhecimento em termos de exemplos de projetos, melhor é o seu processo criativo. Portanto, avance nos estudos e use sua curiosidade para explorar diferentes soluções. Bons estudos!

Seção 2.1

O sistema viário I

Diálogo aberto

Nesta seção, vamos discutir sobre o subsistema viário. No começo, serão abordados os principais conceitos relacionados a ele e então faremos uma breve retrospectiva relacionada à evolução desse importante elemento para o funcionamento das cidades. Por fim, vamos ver os aspectos relacionados à legislação, em especial ao dimensionamento de vias, velocidades e acessibilidade.

Em escritórios dedicados ao desenvolvimento de estudos e projetos urbanos e de infraestrutura, você normalmente se relacionará com profissionais de outras áreas, como engenheiros civis e ambientais, geógrafos, entre outros. Em geral, cada profissional é responsável por uma parte de cada estudo ou projeto, o que garante maior qualidade ao resultado final. Nesse contexto, sua capacidade de articular problemas e soluções, liderar projetos e usar sua criatividade para propor soluções inovadoras será muito respeitada.

Imagine que foi designado a você a função de liderar um projeto para ser enviado a um concurso promovido pela sua cidade. Neste momento, você precisa construir um relatório a partir de problemas relacionados ao subsistema viário de alguma região da sua cidade. Você escolheu um cruzamento em que há, necessariamente, o encontro entre uma avenida e uma rua ou avenida, formando um cruzamento.

Agora você irá focar o seu estudo na extensão das suas vias concorrentes (que se encontram, formando um cruzamento) no limite de um quarteirão para cada lado. Em outras palavras, sua área de estudo apresentará o formato de uma cruz. Seu estudo deverá considerar aspectos relacionados à legislação existente, à configuração das vias, aos modos de transporte que utilizam as vias, às calçadas, à qualidade dos materiais, aos aspectos estéticos e a outras características que achar necessário.

O relatório deve estar articulado com a legislação existente e com os conceitos principais. A partir desse relatório, o escritório, sob sua coordenação, vai desenvolver um projeto buscando solucionar os problemas identificados. Quais aspectos você acredita que devam ser considerados? Será que é possível classificar o tipo de via

que você está analisando? Será que as vias respeitam as dimensões mínimas? E a velocidade máxima? Existem elementos de acessibilidade?

Assim, imagine um cruzamento com as características mencionadas e faça um estudo ao longo das duas vias concorrentes. Quais problemas você consegue identificar? Nesta situação-problema o importante é a leitura do local, portanto, toda informação possível é desejada. Você pode registrar esse local com desenhos em perspectiva, fotografias, tirar medidas, desenhar a vista superior etc. Bons estudos!

Não pode faltar

Sistema viário: conceituação e características

Quando falamos em subsistema viário, em geral, nos referimos aos elementos físicos que compõem uma rede destinada ao deslocamento de pessoas e mercadorias. Ou seja, às vias (ruas e avenidas), aos passeios públicos, aos túneis, aos viadutos etc. No entanto, o funcionamento do subsistema viário é dependente não apenas da existência desses elementos, mas também das políticas públicas e dos modos de transporte. Neste sentido, ampliamos o debate para além dos elementos físicos do subsistema viário, contemplando também a totalidade como “subsistema de transporte”.

O subsistema viário é o que apresenta maior inter-relação com os outros diferentes subsistemas e elementos urbanos. Por exemplo, as ruas e avenidas são complementadas pela rede de drenagem pluvial (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005) e os passeios comportam parte dos elementos da rede de energia elétrica, como os postes. Além disso, também apresenta forte correlação com as dinâmicas sociais, econômicas e ambientais da cidade. Por esse motivo, a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) estabelece que as políticas municipais de mobilidade devem estar em “(...) integração com a política de desenvolvimento urbano e respectivas políticas setoriais de habitação, saneamento básico, planejamento e gestão do uso do solo no âmbito dos entes federativos.” (BRASIL, 2012)

Em termos gerais, podemos compreender o subsistema de transporte por meio dos modos de transporte, classificados em motorizados e não motorizados, dos serviços, e das infraestruturas de mobilidade.

Em relação aos modais de transporte, a classificação empregada pela PNMU (BRASIL, 2012) diferencia os modos de transporte motorizados dos não motorizados. Neste momento, no entanto, é importante considerar também os diferentes modos a partir do tipo da estrutura física e dos veículos empregados. Assim, destacamos os tipos **rodoviário**, **metroferroviário** (contemplando os trens, metrô e veículos leves sobre trilhos) e o **hidroviário**. Embora existam outros modais, como o aéreo e o marítimo, nosso enfoque é dado apenas àqueles com maior relação ao meio urbano.

Dentre os tipos citados, o rodoviário é o mais utilizado em nossas cidades e, conseqüentemente, o que exerce maior influência na forma urbana. Contempla os carros, ônibus, táxis, motocicletas etc. Ao mesmo tempo, os meios de transporte não motorizados, como o uso bicicletas e o deslocamento a pé, compartilham ou complementam a estrutura base do modal rodoviário (as vias de circulação) com os veículos motorizados e, por esse motivo, as decisões de desenho e planejamento urbano devem considerar, além dos veículos motorizados, os ciclistas e pedestres.



Pesquise mais

Você sabe o que significa e como funciona o BRT, ou *Bus Rapid Transit*? Talvez não, mas é bem possível que já tenha utilizado alguma vez. Trata-se de uma solução para aumentar a qualidade e a eficiência do transporte coletivo por ônibus desenvolvido em Curitiba. Para conhecer melhor, acesse o Manual de BRT desenvolvido pelo Ministério das Cidades em parceria com o *Institute for Transport and Development Policy (ITDP)*. Disponível em: <<https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2014/07/6.-Manual-de-BRT-em-Portuguese-Intro.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

Em geral, os modais sobre trilhos são utilizados para o transporte público coletivo ou transporte de cargas, no caso dos trens. Nas cidades ou Regiões Metropolitanas, o transporte é feito por meio de metrô, trens ou Veículo Leve sobre Trilhos (VLT).

O transporte hidroviário, por sua vez, consiste na utilização dos corpos d'água para deslocamento de mercadorias e pessoas. Embora o transporte de cargas represente a maior parte desse modal, o transporte de pessoas destaca-se em determinadas regiões, como regiões litorâneas (balsas) e onde a infraestrutura rodoviária e ferroviária praticamente inexistente, como na Amazônia.



Exemplificando

As Regiões Hidrográficas da Amazônia, do Atlântico Nordeste Ocidental, da Parnaíba, do Tocantins, do São Francisco, do Atlântico do Sul, do Paraná e do Paraguai contêm as principais hidrovias brasileiras e contemplam uma extensão navegável de aproximadamente 25.000 km. A região Hidrográfica da Amazônia, por sua vez, contempla 60% desse total, ou melhor, 15.000 km de extensão. É utilizada principalmente para o transporte de petróleo e derivados, de granéis sólidos (grãos e minérios), de carga geral e, em especial, de passageiros (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2007).

Dentre as estruturas físicas temos as vias (ruas, avenidas, metroferrovias, hidrovias e ciclovias) e os elementos de interface (ou conexão). Ambos podem ser diferenciados a partir da sua localização: no nível **subterrâneo**, como os trilhos de metrô e estações, e os que se localizam **no nível ou acima do solo**. Esse é o caso da maior parte dos elementos. Como exemplo, citamos os trilhos superficiais de trem, metrô e VLT (Veículo leve sobre trilhos), as ruas e avenidas, bem como as vias exclusivas de ônibus, os passeios para pedestres e as ciclovias e ciclofaixas.

Os elementos de interface, ou conexão, são intermediários entre as estruturas físicas e os modos de transporte. Em termos gerais, são elementos importantes, que devem ser corretamente pensados para garantir a eficiência da mobilidade urbana. São considerados elementos de conexão: as estações de trem, metrô ou ônibus, os estacionamentos, os pontos de embarque e desembarque, a sinalização e equipamentos e os instrumentos de controle, fiscalização etc. (BRASIL, 2012).

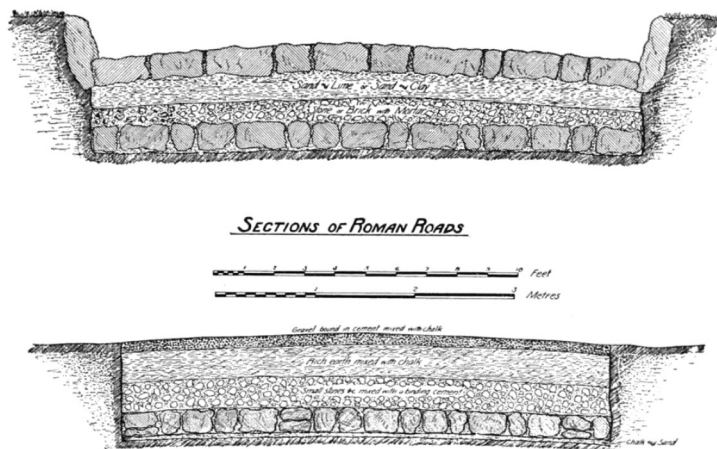
Por fim, classificam-se os serviços de transporte urbano a partir de três critérios: (i) objeto – pessoas ou cargas, (ii) Característica – coletivo ou individual e (iii) Natureza – público ou privado.

Histórico e hierarquia

Como vimos anteriormente, as vias, acompanhadas dos sistemas de captação e drenagem, constituem um dos primeiros elementos de infraestrutura a surgir nas cidades, ainda que independentes de um planejamento centralizado. Na Mesopotâmia, grande parte da circulação de mercadorias era realizada por meio do transporte hidroviário (STONE, 1991). No entanto, as vias se faziam presentes sendo utilizadas principalmente para circulação de pedestres e carruagens, para a prática de cerimônias religiosas e políticas, a prática de comércio e como locais de encontro (STEINERT, 2013). Não se sabe ao certo em que momento as vias passaram a ser de fato planejadas, mas algumas evidências apontam que em 6500 a.C., um assentamento humano localizado na região central da atual Síria, chamado de Habuba Kebira, já contava com habitações planejadas e um plano “urbano”, com vias hierarquizadas e uma rede de drenagem (VALLET, 1996)

Vimos também que, no Império Romano, a configuração das principais vias era realizada a partir de dois eixos perpendiculares que cruzavam o centro da cidade: o *cardo*, de norte a sul e, *decumannus*, de leste a oeste. Outras vias eram projetadas e reconfiguradas de forma a bloquear tanto as correntes de ar frio como as de ar quente (MUMFORD, 1961), conforme orientava Vitruvius no primeiro volume da sua obra *De Architectura* (VITRUVIUS, 2007). As ruas romanas influenciaram o desenho das ruas modernas, com as calçadas elevadas, ao mesmo tempo em que as “vias militares” se tornaram a base das técnicas de construção atuais. A Figura 2.1 apresenta um exemplo da seção das vias romanas.

Figura 2.1 | Exemplo de seção das vias romanas



Fonte: Lewis (1900, p. 525).

Após o declínio do Império Romano, em 476 d.C., percebemos uma mudança na configuração do tecido urbano, até então caracterizado pela trama regular. A falta de controle, resultado do declínio político e ruptura da estrutura administrativa romana, resultou na deterioração de grande parte da malha estabelecida (SOUTHWORTH; BEN-JOSEPH, 2013). Em seu lugar, surge uma malha irregular e com vias locais estreitas sem mínimas condições sanitárias, sendo essa a característica básica do sistema viário da Idade Média, período entre os séculos V e XV. Como resultado, as ruas e caminhos se tornam “verdadeiros lamaçais onde se misturam os esgotos e as águas das chuvas.” (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005, p. 39).

A partir do século XIII, o interesse nos documentos e monumentos históricos faz com que arquitetos como Alberti, Cataneo e Palladio passem a defender o uso de vias regulares e planificadas. No final do século XV, em seu livro *De readicatoria*, Alberti, assinala duas propostas para o desenho das vias. Em cidades nobres e poderosas, prevaleceria o uso de vias largas e rigorosas (lineares) e nas cidades menores seria justificado o uso de vias sinuosas afim de oferecer maior segurança (SOUTHWORTH; BEN-JOSEPH, 2013).

Ao longo dos séculos seguintes, percebemos um processo de padronização das vias, passando pelas recomendações de Palladio, ao propor uma largura mínima de 2,4 m para as vias. O mesmo acontece em 1716, quando Louis XIV forma um corpo de especialistas em vias e pontes para fiscalização das obras públicas. Uma série de avanços em termos de técnicas construtivas e materiais empregados é percebido na França, Inglaterra e Estados Unidos. Destacamos a redução da espessura das seções e o aumento das larguras das vias como reflexo desse processo.

Com a chegada da Revolução Industrial, presenciamos um alto crescimento populacional que, com a falta de regras claras e adequadas, resulta em um processo de degradação das cidades industriais, em especial às condições sanitárias. Em Londres, 1844, a regulação do dimensionamento e direção das vias passa a ser vista como uma forma de garantir a ordenação territorial. Ao mesmo tempo, o surgimento dos motores provoca novas modalidades de transporte e consequentemente mudanças na infraestrutura de transporte. Em princípio, devido à expansão da malha ferroviária ao longo do século XIX e à consolidação dos automóveis a partir do século XX (SOUTHWORTH; BEN-JOSEPH, 2013). O automóvel passa a ser o principal meio de transporte nas cidades e provoca mudanças na forma da cidade e amplia a necessidade por maior regulação e controle em termos de padronização de medidas, hierarquização viária, velocidade etc.

No Brasil, o Plano de Avenidas de Prestes Maia para a cidade de São Paulo, em 1930, é um exemplo claro da tentativa de hierarquização viária em virtude do tráfego de automóveis (ANELLI, 2007), ainda que indiretamente, mas é na década de 1970 que surge a classificação hierárquica dos sistemas viários urbanos brasileiro (TERRY; JAVOSKI; CARVALHO, 2013), a partir de critérios funcionais, é adotada em grande parte dos municípios atualmente. O próprio Código de trânsito apresenta a hierarquização viária a partir da função que exercem. As vias urbanas, por exemplo, são classificadas em via de trânsito rápido, via arterial, via coletora e via local (BRASIL, 2007). A mesma Lei nº 11.445 apresenta a definição de cada um dos tipos:



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 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.

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 LOCAL - aquela caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas.

Duas leis se fazem importantes, no âmbito nacional, para discussão e definição de normas e padrões: o Código de Trânsito Brasileiro, LEI Nº 9.503, DE 23 DE SETEMBRO DE 1997, e a Política Nacional de Mobilidade Urbana, LEI Nº 12.587, DE 3 DE JANEIRO DE 2012. Constituem-se como importantes instrumentos de regulação do trânsito e promoção de políticas de mobilidade e acessibilidade. Devem, no entanto, ser complementadas na esfera municipal por meio de leis, como o Plano Diretor Municipal, a Lei de Uso e Ocupação do Solo e os Planos Municipais de Mobilidade.

Nesse momento, nos atentaremos aos aspectos relacionados à hierarquização viária – já mencionada –, ao dimensionamento, velocidade, declividades e acessibilidade.



Assimile

Vimos que o Código de Trânsito Brasileiro estabelece uma classificação de vias a partir da função que desempenham. Temos, em princípio, quatro tipos de vias urbanas: de Trânsito rápido, arteriais, coletoras e locais. Os tipos de vias vão orientar a definição das declividades e velocidades máximas permitidas.

Legislação, dimensionamento e velocidade

Em relação ao dimensionamento, fica a critério dos municípios a definição das dimensões mínimas, geralmente em função do tipo de via. Como exemplo, citamos os parâmetros de parcelamento do solo do município de São Paulo, da Lei Nº 16.402, de 22 de março de 2016 (SÃO PAULO, 2016). A Tabela 2.1 apresenta as dimensões mínimas para cada tipo de via, local, coletora ou estrutural, além das ciclovias e vias de pedestres. Vale atentar para a classificação utilizada que divide as vias em estruturais e não estruturais. Em geral, as vias estruturais correspondem às de trânsito rápido e arteriais, sendo divididas em N1, N2 e N3. As vias estruturais N1 fazem a ligação da Região Metropolitana com os demais municípios do Estado, as N2 são responsáveis pela ligação dos municípios da Região Metropolitana de São Paulo com as vias estruturais N1 e as vias N3 fazem as ligações principais entre os diferentes bairros com o centro de São Paulo.

Tabela 2.1 | Parâmetros de dimensionamento do sistema viário em função do tipo de via

Características da via	VIAS ESTRUTURAIS			VIAS NÃO ESTRUTURAIS			
	N1	N2	N3	Coletora	Local	Ciclovias	Via de pedestre
Largura total	44 m	44 m	31 a 33 m	23 m	12 m	3 m (a)	5 m
Faixa carroçável	28 m	28 m	20 m	13 m	7 m	-	-
Passeio público - calçada (de cada lado da via)	5 m	5 m	4 m	3,5 m	2,5 m	-	-
Ciclovias	3 m (b)	3 m (b)	3 m (c)	-	-	-	-
Ciclofaixa	-	-	-	3 (e)	-	-	-
Canteiro central mínimo	3 m	3 m	2 m (d)	-	-	-	-
Declividade longitudinal máxima	6%	6%	8%	10%	15%	10%	8,33% (f)
Declividade longitudinal mínima	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5% (f)

Notas:

- (a) Bidirecional.
- (b) Bidirecional, no canteiro central ou nas laterais direitas da via, com separador físico. Para vias expressas parâmetro fornecido pelo órgão de trânsito.
- (c) Bidirecional, no canteiro central, ou de um lado da via ou dos dois lados da via, com separador físico.
- (d) Não obrigatório.
- (e) Bidirecional, ou em duas faixas unidirecionais, sem separador físico.
- (f) No caso de escadarias, observar parâmetros em regulamento específico.

Fonte: Prefeitura Municipal de São Paulo (2016) – Anexo Integrante da Lei Municipal Nº16.402/16.

As velocidades máximas também são propostas em função do tipo de via, de forma a garantir a segurança do condutor do automóvel e também de outras pessoas, como pedestres e ciclistas. O próprio Código de Trânsito Brasileiro estabelece os valores máximos a serem adotados. A Tabela 2.2 apresenta esses valores. Vale lembrar que esses valores correspondem ao máximo permitido e, portanto, fica a critério de cada município estabelecer os mesmos valores ou valores menores.

Tabela 2.2 | Velocidades máximas permitidas a partir do tipo de via

Tipo de via	Velocidade Máxima Permitida
Local	30km/h
Coletora	40km/h
Arterial	60km/h
De Trânsito Rápido	80km/h

Fonte: Código de Trânsito Brasileiro (1997)



Refleta

Você consegue identificar os tipos de via por quais você passa para chegar ao trabalho, local de estudo ou outro local que costume frequentar? Consegue identificar se as dimensões das vias e velocidades máximas são condizentes?

Legislação: declividades e acessibilidade

Ainda em relação à Tabela 2.1, além da padronização das dimensões das vias, conforme a função desempenhada, o ideal é que o perfil longitudinal de uma via acompanhe a topografia do local. Ao mesmo tempo, para garantir o escoamento das águas pluviais é estabelecido uma declividade longitudinal mínima de 0,5%, no caso de São Paulo, e para evitar a erosão em virtude de declives acentuados, é proposta a declividade longitudinal máxima, que varia entre 6% e 15%. Ou seja, uma via com 6% de inclinação significa que a cada 10m (1000cm) um automóvel sobe (ou desce) 0,6 m (60 cm). A declividade longitudinal corresponde ao comprimento da via, ou seja, a maior distância.

Nas vias para pedestres, são considerados ainda valores de declividade que permitam um caminhar confortável. Nesse caso, para ser acessível, o valor máximo é de 8,33% de inclinação longitudinal. No entanto, essa inclinação fica condicionada à inclinação das vias lindeiras, ou seja, é possível que uma via com inclinação de 15% exija um passeio com a mesma inclinação (ABNT, 2015). Os valores ideais relacionados ao

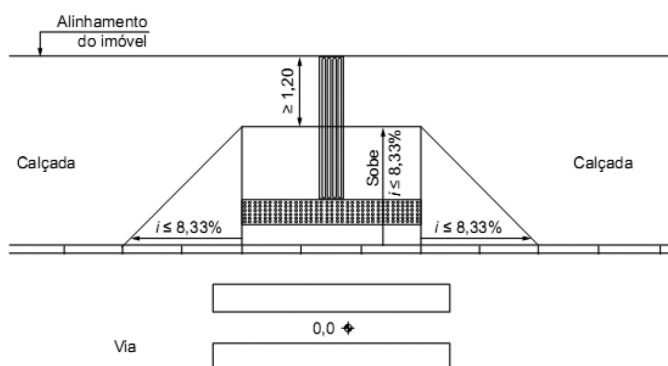
passeio são descritos na NBR9050 "Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos".

Além dos valores de inclinação, outro fator tão importante quanto é a travessia de pedestres em vias públicas. É necessário rebaixar a calçada para proporcionar conforto e segurança ao pedestre. Em situações onde a largura da calçada permite, recomenda-se o rebaixamento da calçada conforme exemplificado pela Figura 2.2. Segundo a NBR9050:



Os rebaixamentos de calçadas devem ser construídos na direção do fluxo da travessia de pedestres. A inclinação deve ser constante e não superior a 8,33% (1:12) no sentido longitudinal da rampa central e na rampa das abas laterais. A largura mínima do rebaixamento é de 1,50 m. O rebaixamento não pode diminuir a faixa livre de circulação, de no mínimo 1,20 m, da calçada, (...) (ABNT, 2015)

Figura 2.2 | Vista superior do padrão para rebaixamento de calçadas



Fonte: ABNT (2015).



Pesquise mais

Os padrões referentes à acessibilidade são variáveis e muito dependentes do contexto. Por esse motivo, recomendamos uma leitura das páginas 73-83 da NBR9050. Uma dica: essa norma será importante não apenas para nossa disciplina de Infraestrutura urbana, mas para todo o seu curso. A norma pode ser encontrada no seguinte endereço. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/normas-abnt>>. Acesso em: 19 jan. 2017.

Neste momento, analisemos sobre a evolução do subsistema de transportes (ou viário) ao longo da história, desde as primeiras civilizações até os tempos contemporâneos. Alguns critérios referentes à legislação e normas foram apresentados e é importante refletirmos sobre esses dois pontos abordados nesta seção: história e legislação. Como podemos observar, ao longo do desenvolvimento da sociedade, uma série de fenômenos provocou mudanças estruturais nas nossas cidades. Algumas dessas mudanças impactaram negativamente a dinâmica das cidades. As leis e normas surgem para solucionar grande parte desses problemas. Ao mesmo tempo, a evolução tecnológica permite que novas soluções sejam implementadas. Nesse sentido, nenhuma lei ou norma é definitiva e devemos sempre nos atualizar para propor as melhores soluções possíveis.

Sem medo de errar

Quais aspectos você acredita que devam ser considerados? Será que é possível classificar o tipo de via que você está analisando? Será que as vias respeitam as dimensões mínimas? E a velocidade máxima? Existem elementos de acessibilidade?

Você tem um papel importante para ajudar o seu escritório a vencer um concurso promovido pelo seu município. Neste momento, você fará um levantamento de um cruzamento existente na sua cidade, em que, ao menos, uma das vias seja uma avenida. Você precisa identificar as características desse local e identificar os problemas relacionados aos elementos físicos, conflitos com a legislação e outros aspectos que julgar necessário. Ao final, seu estudo será apresentado para a sua equipe de trabalho. Assim, vocês terão material suficiente para pensar nas propostas do seu projeto.

Em um primeiro momento, você pode listar as características que acha importante analisar. Não existe uma lista definitiva e, portanto, a sua pode incluir mais elementos do que a apresentada nesse momento. Sugerimos como elementos mínimos a análise do dimensionamento das vias, das velocidades máximas, dos passeios (calçadas), da inclinação para escoamento de água e do cumprimento das normas de acessibilidade. Você pode ir além e analisar a sinalização, a vegetação e outros aspectos que achar necessário.

É importante também classificar as vias do entorno do seu local de estudo. Para isso, tente identificar as características principais, como velocidade e fluxo de veículos. E por fim, é muito importante verificar se existem problemas relacionados à acessibilidade. Em geral, esses problemas acontecem quando não existe o rebaixamento das calçadas para travessia de pedestres ou quando a calçada tem degraus que impedem a passagem de um cadeirante, por exemplo.

A melhor forma de realizar esse levantamento é por meio de imagens e desenhos, para registrar suas impressões, as medidas e outras características interessantes.

Avançando na prática

Uma calçada acessível

Descrição da situação-problema

Ao mesmo tempo em que desenvolve a sua análise para o seu escritório, você é encarregado de projetar uma calçada acessível para uma rua da sua cidade. Por sorte, essa é a mesma rua onde você mora. Você precisa fazer um desenho da situação atual da via, incluindo a rua e a calçada, com as medidas e indicando possíveis problemas. Após essa leitura, é sugerido que você faça uma proposta de desenho acessível para permitir a travessia de pedestres. Caso sua via já conte com uma proposta de desenho acessível, verifique se está de acordo com as normas da NBR9050.

O que diz a norma 9050 em relação às calçadas? Será que a sua calçada está de acordo com a norma? Qual é o projeto ideal que você vai propor? Como representar o seu desenho?

Resolução da situação-problema

Todo projeto voltado à acessibilidade deve responder às normas estabelecidas pela NBR9050. Como se trata de uma norma relativamente nova, é possível que em bairros antigos esses padrões mínimos não existam. No entanto, é bem possível que eles possam ser adequados. Nesta situação, o melhor a fazer é reler atentamente as páginas 73-83 da norma que mencionamos anteriormente e comparar com o projeto executado na sua rua e calçada. É importante atentar para as medidas mínimas, a inclinação das rampas e outros elementos mencionados. O seu projeto deve considerar os elementos já existentes e propor modificações para adequação à norma. Para isso, é preciso que você se utilize de uma representação técnica, com escala adequada, anotações etc.

Faça valer a pena

1. No Império Romano, a configuração das principais vias era realizada a partir de dois eixos perpendiculares que cruzavam o centro da cidade: o *cardo*, de norte a sul e, *decumannus*, de leste a oeste.

Qual outra característica marcante da configuração viária das cidades romanas a partir da orientação de Vitruvius?

- a) As outras vias eram projetadas de forma a garantir que as correntes de ar frio e ar quente atingissem todas as residências, garantindo assim maior conforto térmico.
- b) As outras vias eram projetadas a fim de bloquear tanto as correntes de ar frio como as de ar quente.
- c) As outras vias seguiam padrão orgânico para ajudar contra a invasão em cidades menores.
- d) Todas as vias eram largas o suficiente para garantir a passagem de carruagens e garantir melhores condições sanitárias para a população.
- e) Não havia outras características marcantes, o desenho viário era feito de modo aleatório. Por esse motivo, grande parte das cidades, na Revolução Industrial, sofreu com as péssimas condições sanitárias.

2. No Brasil, o Plano de Avenidas de Prestes Maia para a cidade de São Paulo, em 1930, é um exemplo claro da tentativa de hierarquização viária em virtude do tráfego de automóveis (ANELLI, 2007), ainda que indiretamente, mas é na década de 1970 que surge a classificação hierárquica dos sistemas viários urbanos brasileiro (TERRY; JAVOSKI; CARVALHO, 2013), a partir de critérios funcionais, e adotada em grande parte dos municípios atualmente.

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro, qual a ordem de classificação das vias urbanas em termos de fluxo de veículos e velocidade máxima permitida, do menor para o maior?

- a) Vias locais, arteriais, coletoras e de trânsito rápido.
- b) Vias coletoras, locais, arteriais e de trânsito rápido.
- c) Vias locais, coletoras, arteriais e estruturais.
- d) Vias locais, coletoras, arteriais e de trânsito rápido.
- e) Vias de trânsito rápido, arteriais, coletoras e locais.

3. A declividade longitudinal corresponde ao comprimento da via, ou seja, a maior distância.

Nas vias para pedestres, é considerado ainda valores de declividade que permitam um caminhar confortável. Nesse caso, para ser acessível, o valor máximo é de 8,33% de inclinação longitudinal. No entanto, essa inclinação fica condicionada à inclinação das vias lindeiras, ou seja, é possível que uma via com inclinação de 15% exija um passeio com a mesma inclinação (ABNT, 2015).

Em uma calçada com inclinação de 7%, podemos afirmar que ao

caminhar por 10 m, um pedestre terá subido (ou descido) quantos metros?

- a) 0,3 m.
- b) 3 m.
- c) 0,007 m.
- d) 0,07 m.
- e) 0,7 m.

Seção 2.2

O sistema viário II

Diálogo aberto

Nesta seção, existem dois elementos principais de discussão. Um deles trata das características técnicas do subsistema viário, i.e., da definição dos materiais e normas de acessibilidade. O outro trata dos conceitos referentes à eficiência dos meios de transporte e da mobilidade urbana e mobilidade urbana sustentável.

Relembrando, nesta unidade, sua missão é ajudar o seu escritório a desenvolver um projeto de infraestrutura de transporte para um concurso promovido pela sua cidade. Esse projeto deve buscar resolver os problemas identificados na seção anterior.

Uma vez identificados os problemas principais e criado o relatório técnico com tais informações, você pode agora começar a esboçar as primeiras propostas. Essas propostas devem contemplar não apenas os problemas relacionados aos aspectos construtivos, mas devem também considerar ações estratégicas, para evitar que os mesmos problemas se repitam no futuro.

Nesse sentido, em função do contexto atual da via ou região selecionada, quais são as propostas em que você acredita que solucionariam o problema? Existem regras específicas que podem orientar na proposição de soluções? Como inserir o conceito de sustentabilidade na sua proposta?

Ao pensar nas suas propostas, tente ser inovador e criativo. Ao longo desta seção, você pode ter inúmeras referências para aplicar no seu projeto e sugerimos especial atenção aos exemplos e materiais apresentados no item “Pesquise mais”. Gaste bastante tempo buscando referências de projeto. Assim, suas ideias ficarão mais claras e coesas.

Bons estudos!

Não pode faltar

Tráfego de automóveis. Materiais e revestimentos de pavimentação

Quando tratamos do subsistema de transporte, devemos levar em consideração não apenas os seus elementos fixos, como as vias e passeios públicos, mas também os elementos que se utilizam dessa estrutura para deslocamento, ou seja, automóveis, ônibus, ciclistas, pedestres etc. Afinal, quando planejamos o subsistema de transporte, o que buscamos é garantir o pleno funcionamento da sua atividade-fim (deslocamento) com a maior eficiência possível em termos de tempo, custo e consumo energético. Por eficiência, entendemos como a comparação entre os valores observados e os valores ótimos (ou de referência) (NOLAN, 1996). Um outro elemento importante e com consequências diretas na eficiência total do sistema é a segurança.



Exemplificando

Imagine que o tempo de percurso entre um ponto A e um ponto B é estimado em 30 minutos. No entanto, fatores adversos como acidentes, intenso fluxo de veículos, obras etc. resultem num aumento desse tempo, que passa a ser de 60 minutos. Isso resulta na perda da eficiência do subsistema. Assim, aumenta-se o tempo de viagem, o custo e o consumo de combustível.

Lidaremos, portanto, com três elementos responsáveis pela eficiência total do subsistema.

O primeiro deles é o **tempo**. A eficiência é avaliada com base no tempo necessário para se mover de um ponto a outro dentro do subsistema de transporte. É dependente de dois fatores principais, congestionamento e confiabilidade. Congestionamentos impedem que as necessidades dos cidadãos em relação ao transporte sejam atendidas. A confiabilidade, por sua vez, se refere à possibilidade de prever a chegada a um destino no horário previsto. Quanto menor a confiabilidade no sistema, maior é o tempo que o usuário, ou motorista, precisa reservar como segurança.

Em seguida, temos a **eficiência econômica**. Esta está diretamente relacionada à quantidade de investimento realizado e a quantidade de pessoas atendidas. Ou seja, a questão fundamental aqui é: como garantir que o maior número de pessoas se beneficie de uma estrutura de transportes pelo menor custo possível?

Por último, a eficiência energética do sistema está relacionada à performance e indiretamente relacionada ao tempo e eficiência econômica. Um sistema congestionado, por exemplo, exige maior consumo de combustível e consequentemente aumenta os

custos de transporte. Os combustíveis derivados do petróleo são as fontes dominantes da energia utilizada para o transporte, ainda que as previsões atuais apontem um declínio no seu uso ao longo dos próximos 25 anos, de 92% em 2012 para 88% em 2040 (EIA, 2016).

A segurança é um atributo que não está diretamente relacionado à eficiência de um sistema, mas que tem consequências negativas nele quando não levado em consideração. Por ano, estima-se que cerca de 1,25 milhão de pessoas morrem em acidentes de trânsito (UNECE, 2015). Isso traz sérios prejuízos econômicos e sociais a toda população.



Pesquise mais

Você se sente seguro no trânsito, seja conduzindo um veículo, andando de bicicleta ou caminhando? Busque se informar sobre o número de mortes de trânsito no país e assista ao vídeo da reportagem. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/oms-brasil-e-o-pais-com-maior-numero-de-mortes-de-transito-por-habitante-da-america-do-sul/>> Acesso em: 21 jan. 2016.

Um dos aspectos fundamentais também relacionado à segurança e eficiência é a qualidade das vias. Como vimos, desde o período do Império Romano, as técnicas construtivas vêm evoluindo de forma a diminuir a espessura vertical das vias e utilizar materiais mais resistentes e seguros. Em geral, as vias são compostas pelo leito carroçável, ou seja, o local por onde transitam os veículos e os passeios, destinados ao trânsito de pedestres (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005).

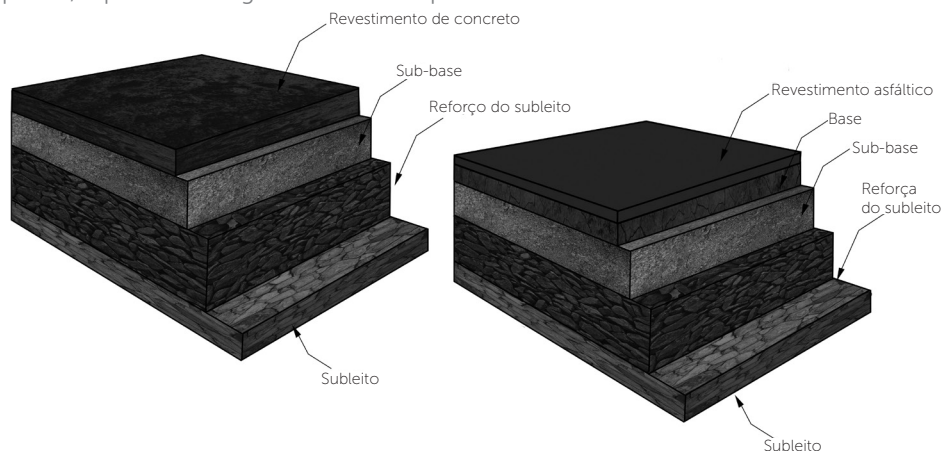
Leito carroçável

Em relação ao leito carroçável, a pavimentação é geralmente dividida em dois tipos principais: Os pavimentos rígidos, ou de concreto-cimento, e os pavimentos flexíveis, também conhecidos como pavimentos asfálticos. A Figura 2.3 apresenta a estrutura de ambos os tipos principais de pavimentos, rígidos e flexíveis. Em geral, o tipo de pavimentação depende de fatores como o tráfego de veículos e as condições climáticas.

Os pavimentos rígidos se caracterizam pela existência de uma camada superficial de concreto de cimento Portland apoiada sobre uma sub-base, composta por materiais granulares ou materiais estabilizados com cimento (BERNUCCI et al., 2008). A sub-base, por sua vez, apoia-se sobre o reforço do subleito ou sobre o próprio subleito. Ou seja, os pavimentos rígidos são compostos, geralmente, de 3 a 4 camadas.

Já os pavimentos flexíveis são caracterizados pela existência de uma camada superficial asfáltica, apoiada sobre uma base. A base, por sua vez, apoia-se sobre a sub-base e reforço do subleito. Essas três últimas camadas podem ser compostas por "(...) materiais granulares, solos ou misturas de solos, sem adição de agentes cimentantes" (BERNUCCI et al., 2008, p. 337-338).

Figura 2.3 | Estrutura básica dos diferentes tipos de pavimentação do leito carroçável. À esquerda, o pavimento rígido e à direita o pavimento flexível



Fonte: adaptada de <http://www.rhinopisos.com.br/_libs/imgs/final/699.jpg>. Acesso em: 21 dez. 2016.

A sarjeta e o meio-fio também compõem os elementos viários e ajudam no escoamento das águas pluviais, por meio das bocas de lobo instaladas em determinados pontos ao longo das vias. No Brasil, as sarjetas e os meios-fios geralmente são construídos por meio de placas pré-moldadas de concreto não armado ou executadas in loco (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005). Em grande parte dos casos, fazem parte de um momento de transição entre o leito carroçável e o passeio público.

Passeio - via para pedestres

Os passeios são as vias destinadas à circulação exclusiva de pedestres, a não ser quando utilizada para passagem de acesso a garagens e estacionamentos. Embora existam diferentes possibilidades de localização, nesse momento vamos tratar apenas dos passeios que se localizam às margens dos leitos carroçáveis. Neste caso, os passeios, segundo o Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997), fazem parte das calçadas. A diferença é que a calçada pode conter elementos não destinados à circulação de pedestres, como arborização e elementos de mobiliário urbano. O passeio, por sua vez, se limita à parte da calçada livre de interferências, destinada exclusivamente à circulação de pedestres, ou ciclistas em alguns casos. A existência das calçadas ajuda a diminuir o número de acidentes, uma vez que garante a separação entre os pedestres e os veículos. Por esse motivo, são elementos obrigatórios.

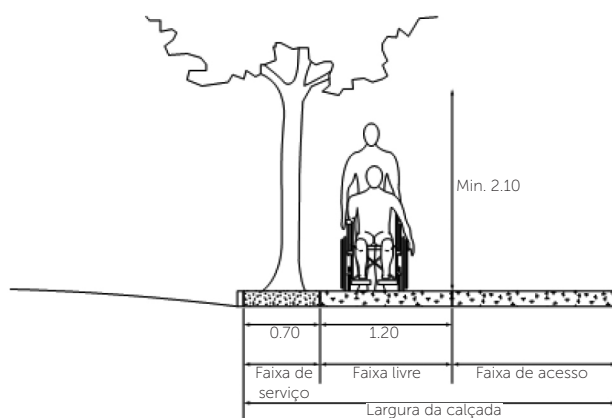
Tendo em vista a circulação de pedestres, toda calçada deve ser projetada de modo a garantir a acessibilidade nos seus passeios. Como vimos anteriormente, a NBR9050, serve como modelo para o projeto e execução de tais elementos. Dentre os critérios importantes, em geral, destacamos (i) a inclinação transversal não superior a 3%, a inclinação longitudinal em função da inclinação do leito-carroçável e as dimensões mínimas. A calçada pode ser dividida em três faixas de uso, conforme apresentado abaixo e exemplificado na Figura 2.4:

a) Faixa de serviço: serve para acomodar o mobiliário, os canteiros, as árvores e os postes de iluminação ou sinalização. Nas calçadas a serem construídas, recomenda-se reservar uma faixa de serviço com largura mínima de 0,70 m.

b) Faixa livre ou passeio: destina-se exclusivamente à circulação de pedestres, deve ser livre de qualquer obstáculo, ter inclinação transversal até 3%, ser contínua entre lotes e ter no mínimo 1,20 m de largura e 2,10 m de altura livre.

c) Faixa de acesso: consiste no espaço de passagem da área pública para o lote. Esta faixa é possível apenas em calçadas com largura superior a 2,00 m. Serve para acomodar a rampa de acesso aos lotes lindeiros sob autorização do município para edificações já construídas. (ABNT, 2015, p. 74)

Figura 2.4 | Dimensões mínimas para calçadas, segundo a NBR 9050



Fonte: ABNT (2015, p. 75)

Diversos tipos de materiais podem ser utilizados nas calçadas e nos passeios, mais especificamente. Devemos atentar, no entanto, que os materiais a serem utilizados devem contemplar não apenas aspectos estéticos, mas também técnicos, como resistência à compressão e abrasão, manutenção, durabilidade, conforto de rolamento, entre outros. Cada tipo de material exige diferentes formas de aplicação. Vamos nos atentar a três tipos: as placas pré-moldadas de concreto, o ladrilho hidráulico e o concreto armado moldado in loco. O Quadro 2.1 apresenta as principais características de cada tipo e a Figura 2.5 exemplifica cada um dos materiais.

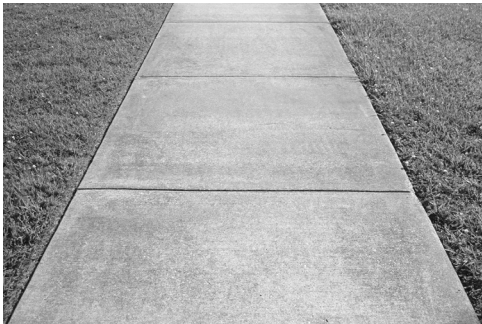
Quadro 2.1 | Tipos de materiais para construção de passeios e suas características

Tipo	Resistência	Acabamento Superficial	Durabilidade	Conforto	Drenagem
Placa pré-moldada de concreto	35MPa alto	Diversidade de cores e texturas	Elevada	Sem ressaltos ou relevos	Sim, desde que projetado.
Ladrilho hidráulico	Em torno de 5Mpa baixo	Diversidade de cores e texturas	Elevada	Adequado, com pequenos relevos	Não
Concreto armado moldado <i>in loco</i>	20MPa médio	Diversidade de cores e texturas	Elevada	Deve proporcionar facilidade de tráfego e ser antiderrapante	Sim. Superficial

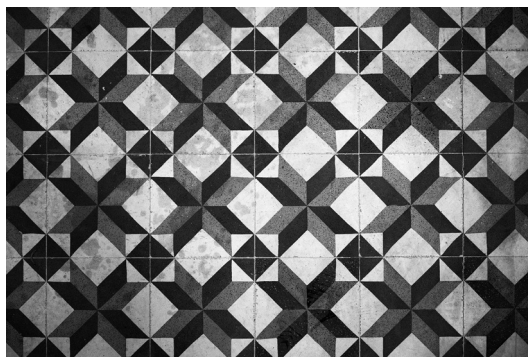
Fonte: São Paulo (2012).

Figura 2.5 | Exemplos de possíveis materiais empregados na construção de calçadas. 1) placas de concreto pré-moldado; 2) ladrilho hidráulico; 3) concreto armado moldado in loco

1.



2.



3.



Fonte: <<http://www.istockphoto.com/br/foto/cal%C3%A7ada-gm144211313-3502738>>; <http://www.istockphoto.com/br/foto/piso-de-azulejos-preto-e-branco-pad%C3%A7-gm508420182-85260177?st=_p_ladrilho%20> e <<http://www.istockphoto.com/br/foto/suavizante-nova-cal%C3%A7ada-gm172246753-3053893>>. Acesso em: 24 jan. 2017.



Pesquise mais

A Prefeitura Municipal de São Paulo desenvolveu uma cartilha para explicar as melhores práticas em relação às calçadas. Acesse a cartilha por meio do link a seguir. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/subprefeituras/calçadas/arquivos/cartilha_-_draft_10.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2017.



Assimile

Vimos que as vias podem ser divididas em dois elementos principais. Um deles é o leito carroçável, destinado ao tráfego de veículos e que pode ter um tipo de pavimentação rígida ou flexível. O segundo é o passeio, destinado à circulação de pedestres. Os tipos de materiais empregados no passeio são bastante diversos. No entanto, podemos dizer que os principais tipos são as placas pré-moldadas de concreto, o ladrilho hidráulico e o concreto armado moldado in loco.

Políticas de mobilidade urbana. Transporte público coletivo

Sabemos que grande parte dos investimentos relacionados ao transporte tem como objetivo a priorização dos meios de transporte individuais, ineficientes em termos de capacidade, altamente poluentes e a principal causa de congestionamentos. Ao mesmo tempo, os investimentos voltados ao transporte individual contribuem para a segregação socioespacial, uma vez que, aqueles que não têm capacidade financeira para adquirir um carro ou uma motocicleta, são penalizados.

Ao mesmo tempo, o modelo de crescimentos das cidades brasileiras tem adotado a expansão territorial como padrão. Ou seja, por meio da criação de bairros cada vez mais distantes dos centros urbanos (VACCARI; FANINI, 2016) e principalmente com o deslocamento das famílias economicamente desfavorecidas para as áreas periféricas das cidades (GONDIM, 2010).

Os problemas resultantes desse modelo de gestão do transporte afetam diretamente a eficiência do sistema e acarretam em prejuízos econômicos, ambientais e sociais. Por esse motivo, além da qualidade do sistema viário, é importante que as cidades possuam uma eficiente política de mobilidade urbana. No Brasil, os instrumentos gerais de mobilidade são estabelecidos pela Política Nacional de Mobilidade Urbana, Lei nº 12.587/12. É ela quem define mobilidade como a “condição em que realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano” (BRASIL, 2012). Seu objetivo é,



(...) contribuir para o acesso universal à cidade, o fomento e a concretização das condições que contribuam para a efetivação dos princípios, objetivos e diretrizes da política de desenvolvimento urbano, por meio do planejamento e da gestão democrática do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana. (BRASIL, 2012, s.p.)

Como forma de atingir os seus objetivos, a PNMU estabelece ainda uma série de diretrizes voltadas principalmente à:

- Priorização dos modos de transporte não motorizados e dos serviços de transporte público sobre o transporte individual motorizado.
- Integração entre os diferentes modos de transporte.
- Incentivo ao uso de energias limpas e renováveis; e outros.

Trata-se de uma lei relativamente nova cuja sua efetivação depende do planejamento e execução dos planos municipais de mobilidade urbana. No entanto,

alguns exemplos já podem ser identificados em alguns municípios. Em São Paulo, por exemplo, o PlanMob/SP destaca-se pelos objetivos de implantar 150 km corredores exclusivos de ônibus entre os anos de 2017 e 2020 e criação de 16 novos terminais.

Ainda que a PNMU contemple uma série de instrumentos e estratégias voltadas à otimização do sistema de transporte por meio da priorização dos meios de transporte coletivos e não motorizados, devemos atentar a outros aspectos que interferem na opção dos cidadãos por determinado tipo de transporte. Como apontamos, o crescimento das cidades brasileiras segue, em geral, a lógica da dispersão territorial. No entanto, grande parte dos estudos indica que a intensidade urbana, i.e., a proximidade entre o morar e o trabalhar, tem efeitos diretos na opção por outros meios de transporte que não sejam os automóveis (NEWMAN; KENWORTH, 2006).

Por esse motivo, é preciso ir além e buscar novas estratégias e modelos de transporte a fim de diminuir os impactos econômicos, sociais e ambientais.

Mobilidade urbana sustentável

Não existe um conceito definitivo para mobilidade urbana sustentável (MUS). Diversos autores abordam o conceito a partir de perspectivas diferenciadas. Neste momento, no entanto, vamos compreender a MUS como aquela que:

(...) a prestação de serviços e infraestruturas voltadas à mobilidade de pessoas e bens – contribuindo para o desenvolvimento econômico e social em benefício das gerações atuais e futuras – de forma segura, a baixo custo, acessível, eficiente, e resiliente, ao mesmo tempo em que minimiza as emissões de carbono e outros gases, e os impactos ambientais. (UN, 2016, p. 10, tradução nossa)

”

A definição proposta pelas Nações Unidas contempla, em especial, sustentabilidade ambiental, mas também os aspectos econômicos e sociais. Trata na verdade de uma abordagem ampla que enxerga a relação de causa e consequência entre as diferentes esferas. Por exemplo, a poluição resultante da emissão de gases pelos veículos tem impacto na saúde da população, prejudicando, assim, a sustentabilidade econômica – ao exigir maiores investimentos em tratamentos médicos – e social – pois afeta, principalmente, os indivíduos mais vulneráveis.

Como vimos, a própria Política Nacional de Mobilidade Urbana contempla os aspectos relacionados à MUS, como priorização dos transportes coletivos ou não motorizados. No entanto, uma série de outras práticas pode ser adotada a fim de atingir

os objetivos da MUS, como segurança, menores custos, acessibilidade, eficiência, resiliência e minimização dos impactos ambientais e das emissões de carbono e outros gases (UN, 2016). Para isso, os estudos das Nações Unidas indicam que existem três caminhos necessários: o desenvolvimento e implantação de novas políticas, o financiamento de novas infraestruturas e o desenvolvimento tecnológico.

Em termos de novas políticas, destacamos as recomendações das Nações Unidas (UN, 2016):

- **Integração entre diferentes setores e cooperação institucional** visando à articulação das políticas de planejamento urbano, uso do solo com as políticas de mobilidade.
- **Incentivo à intermodalidade** a fim de integrar os diferentes meios de transporte e ampliar o acesso a todos segmentos da sociedade.
- **A instituição de políticas de curto-prazo e de longo-prazo como caso de negócio.** Ou seja, um plano estruturado de forma a identificar claramente os benefícios decorrentes de determinado investimento para a mobilidade e desenvolvimento sustentável.

Dentre os exemplos de políticas atuais, talvez uma das mais significativas seja o modelo empregado na cidade de Bogotá, conhecido como Transmilênio. O modelo foi empregado pelo então prefeito Enrique Peñalosa e baseia-se no mesmo sistema empregado inicialmente na cidade de Curitiba, o “*Bus-Rapid Transit*” (BRT). Trata-se de um sistema que busca a otimização do transporte público coletivo de ônibus por meio da criação de faixas exclusivas, operação rápida e frequente em terminais. Trata-se de uma solução eficiente, de rápida implantação e de custo relativamente menor se comparado aos outros modos de transporte, como o metrô ou os VLT (Veículo Leve sobre Trilhos).



Refleta

Você já parou para pensar sobre o funcionamento do transporte público da sua cidade? Quais os problemas principais e quais soluções você acredita que poderiam ser adotadas?

Vimos, portanto, que a Mobilidade Urbana Sustentável é um dos elementos mais importantes para o funcionamento das cidades e melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. Trata-se de um conceito que visa otimizar o funcionamento do sistema de transportes sem resultar em impactos ambientais, sociais e econômicos. Além das políticas de transporte, também trata sobre o desenho de vias de forma a aumentar a segurança, tanto dos motoristas quanto pedestres e ciclistas.

Sem medo de errar

Nesta seção, sua tarefa é apresentar algumas propostas iniciais para o concurso desenvolvido pela sua cidade, que busca a identificação de áreas problemáticas da cidade em relação ao sistema viário e à mobilidade em um projeto para solucionar o problema e ainda otimizar o sistema de drenagem urbana.

Quais são as propostas em que você acredita que solucionariam o problema? Existem regras específicas que podem orientar na proposição de soluções? Como inserir o conceito de sustentabilidade na sua proposta?

Como essa se trata de uma proposta baseada nos problemas e nos locais que você identificou, você precisa analisar se suas soluções condizem com o contexto do local, levando também em consideração a legislação específica e as normas de acessibilidade apresentadas nesta seção e na seção anterior. Neste momento, vale lembrar, não é necessário ter uma solução ou um desenho definitivo, mas, sim, ideias e conceitos que possam ser melhor desenvolvidos e aprimorados. Sendo assim, sua entrega deve contemplar todos desenhos, esboços e textos explicativos utilizados ao longo desse processo.

Os desenhos de projeto devem estar sempre em escala e contemplar o maior número de informações possíveis, como a definição de materiais, cortes, perspectivas etc. Cotas devem ser utilizadas para ajudar a entender melhor suas propostas.

As propostas estratégicas, ou seja, aquelas que não necessariamente contemplam uma representação gráfica de projeto, devem ser apresentadas como complemento. Um relatório, um guia de boas práticas são exemplos do que pode ser apresentado.

Avançando na prática

Um plano de mobilidade urbana sustentável

Descrição da situação-problema

Imagine que você faz parte de uma equipe responsável pelo planejamento da rede de transportes da sua cidade. Até determinado momento, sua cidade conviveu com o crescimento do número de automóveis, sem problemas. No entanto, nos últimos anos, diferentes regiões da cidade vêm enfrentando congestionamentos nos períodos de pico. Além disso, os moradores que moram em áreas mais periféricas da cidade enfrentam problemas para chegar ao trabalho, pois muitos não possuem carros e o transporte público não é capaz de atender à demanda. Precisando se adequar à Política Nacional de Mobilidade, é necessário realizar um novo plano voltado a aumentar a eficiência do subsistema de transporte da sua cidade. Assim, é solicitado que você

desenvolva um relatório, em forma de ações, com medidas que você acredita serem fundamentais para compor o plano.

Quais são os instrumentos que você pode utilizar para basear suas propostas? Como aumentar a eficiência da rede sem custos altos de investimentos? Como tentar minimizar o problema gerado pelo aumento de fluxo de veículos? Com a abertura de novas vias ou com incentivo ao uso de transporte público?

Resolução da situação-problema

O primeiro instrumento que deve ser considerado para a execução desse plano é a própria Política Nacional de Mobilidade. Nela é possível encontrar quais são as áreas prioritárias a serem tratadas por um plano municipal de mobilidade. Por exemplo, o incentivo à rede de transporte público coletivo ou meios não motorizados, como a bicicleta. Em relação aos custos, é necessária uma pesquisa mais aprofundada, no entanto sabemos que os sistemas BRT (*Bus-Rapid Transit*) são relativamente mais baratos do que os outros sistemas e tão (ou mais) eficientes quanto. Uma série de ações podem ser tomadas e dependem da sua perspectiva em relação à mobilidade urbana.

Além disso, também se discute a questão da mobilidade urbana sustentável como requisito para o desenvolvimento sustentável. Aqui, uma série de propostas podem ser feitas também no sentido de otimizar a rede e minimizar os impactos.

Um exemplo de ação possível:

- Investir no aprimoramento dos passeios, por meio do uso de materiais adequados à acessibilidade e arborização para sombreamento dos mesmos. Assim, o caminhar se torna mais agradável e pode resultar no aumento do número de pedestres.

Faça valer a pena

1. Quando tratamos do subsistema de transporte, devemos levar em consideração não apenas os seus elementos fixos, como as vias e passeios públicos, mas também os elementos que se utilizam dessa estrutura para deslocamento, ou seja, os automóveis, ônibus, ciclistas, pedestres etc. Afinal, quando planejamos o subsistema de transporte, o que buscamos é garantir o pleno funcionamento da sua atividade-fim (deslocamento) com a maior eficiência possível.

Quais são as principais características relacionadas à eficiência de um subsistema de transportes?

a) Tempo, custo e consumo energético.

- b) Tempo, consumo de combustível e velocidade máxima permitida.
- c) Tempo, custo e tipo de pavimentação.
- d) Custo, consumo energético e velocidade mínima.
- e) Custo, consumo energético e pavimentação.

2. Desde o período do Império Romano, as técnicas construtivas vêm evoluindo de forma a diminuir a espessura vertical das vias e utilizar materiais mais resistentes e seguros. Em geral, as vias são compostas pelo leito carroçável, ou seja, o local por onde transitam os veículos e os passeios destinados ao trânsito de pedestres (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005).

Em geral, existem dois tipos de pavimentação utilizados no leito carroçável. Quais são eles e como diferem entre si?

- a) Os pavimentos rígidos e os pavimentos flexíveis. Os pavimentos rígidos são caracterizados pela existência de uma camada superficial asfáltica, apoiada sobre uma base, sub-base e reforço do subleito. Os pavimentos flexíveis se caracterizam pela existência de uma camada superficial de concreto de cimento Portland, apoiada sobre uma sub-base e reforço do subleito (quando necessário).
- b) Os pavimentos flexíveis e os pavimentos asfálticos. Os pavimentos flexíveis são caracterizados pela existência de uma camada superficial asfáltica, apoiada sobre uma base, sub-base e reforço do subleito. Os pavimentos asfálticos se caracterizam pela existência de uma camada superficial de concreto de cimento Portland, apoiada sobre uma sub-base e reforço do subleito (quando necessário).
- c) Os pavimentos flexíveis e os pavimentos rígidos. Os pavimentos flexíveis são caracterizados pela existência de uma camada superficial asfáltica, apoiada sobre uma base, sub-base e reforço do subleito. Os pavimentos rígidos se caracterizam pela existência de uma camada superficial de concreto de cimento Portland, apoiada sobre uma sub-base e reforço do subleito (quando necessário).
- d) Os pavimentos de concreto-cimento e os pavimentos rígidos. Os pavimentos em concreto-cimento são caracterizados pela existência de uma camada superficial asfáltica apoiada sobre uma base, sub-base e reforço do subleito. Os pavimentos rígidos se caracterizam pela existência de uma camada superficial de concreto de cimento Portland, apoiada sobre uma sub-base e reforço do subleito (quando necessário).
- e) Os pavimentos de concreto-cimento e os pavimentos asfálticos. Os pavimentos em concreto-cimento são caracterizados pela existência de uma camada superficial asfáltica, apoiada sobre uma base, sub-

base e reforço do subleito. Os pavimentos asfálticos se caracterizam pela existência de uma camada superficial de concreto de cimento Portland, apoiada sobre uma sub-base e reforço do subleito (quando necessário).

3. Não existe um conceito definitivo para mobilidade urbana sustentável (MUS). Diversos autores abordam o conceito a partir de perspectivas diferenciadas. Nesse momento, no entanto, vamos compreender a MUS como aquela que:

"(...) a prestação de serviços e infraestruturas voltadas à mobilidade de pessoas e bens – contribuindo para o desenvolvimento econômico e social em benefício das gerações atuais e futuras – de forma segura, a baixo custo, acessível, eficiente, e resiliente, ao mesmo tempo em que minimiza as emissões de carbono e outros gases, e os impactos ambientais." (UN, 2016, p. 10, tradução nossa)

Quais aspectos da sustentabilidade são tratados na definição proposta pelas Nações Unidas?

- a) São tratados, além da sustentabilidade ambiental, a sustentabilidade financeira e social.
- b) São tratados a sustentabilidade econômica e social.
- c) São tratados apenas a sustentabilidade ambiental e social.
- d) São tratados apenas a sustentabilidade ambiental e econômica.
- e) São tratados, além da sustentabilidade ambiental, a sustentabilidade econômica e social.

Seção 2.3

Sistema de drenagem pluvial

Diálogo aberto

Caro estudante, nesta seção vamos estudar o subsistema (ou sistema) de drenagem pluvial. Inicialmente iremos discutir o processo histórico do seu desenvolvimento, desde as primeiras civilizações, passando pela Idade Média, pela Revolução Industrial até chegar nas características do sistema atual. Vamos também discutir as suas características e identificar os seus principais elementos. Ao final, serão apresentadas algumas das soluções mais atuais voltadas à drenagem urbana sustentável sob a óptica da infraestrutura verde.

Para lembrar, nesta Unidade 2, você é um dos principais responsáveis pelo desenvolvimento de um projeto para ser enviado a um concurso da sua cidade. Nesse concurso, sua função é desenvolver uma proposta para melhorias em alguma região da cidade, relacionada ao subsistema viário. Neste momento, você já deve ter um relatório identificando a área escolhida, os principais problemas e uma proposta inicial para solução delas. No entanto, visto que parte dos elementos existentes no subsistema viário contribuem para o funcionamento da rede de drenagem pluvial, agora você precisa considerar esses elementos.

Após uma reunião com os outros membros da equipe, ficou decidido que você vai desenvolver, além das soluções para o subsistema viário, uma proposta para otimizar a rede de drenagem do local adotando soluções economicamente viáveis e com pouco impacto ambiental.

Neste sentido, quais são os principais problemas relacionados à drenagem urbana que você acha necessário solucionar? Quais são as possíveis soluções a serem adotadas? Você acredita que essas soluções podem, além de contribuir com o sistema de drenagem, resultar em um ambiente urbano mais agradável?

Tente imaginar como é esse local em dias de fortes chuvas. Existem muitos resíduos sólidos acumulados no local? Quais são os elementos de drenagem pluvial existentes? Ao longo da seção, atente aos principais elementos da drenagem pluvial e também às soluções mais atuais relacionadas à infraestrutura verde. Por fim, use sua

curiosidade para investigar diferentes abordagens sobre como a infraestrutura verde pode ser utilizada também para melhorar esteticamente uma região.

Após o levantamento inicial e as propostas desenvolvidas para o sistema viário e a drenagem pluvial, não deixe de compilar todas as informações em um relatório técnico para ser apresentado ao concurso. Bons estudos!

Não pode faltar

Sistema de drenagem pluvial - histórico e conceituação

Como já vimos, o sistema de drenagem foi um dos primeiros avanços técnicos responsáveis pela fixação do homem em comunidades baseado na produção agrícola e domesticação de animais. Inicialmente, canais foram utilizados para captação e distribuição de água na Mesopotâmia. Ao mesmo tempo surgiam os primeiros indícios dos sistemas de drenagem urbanos, como na cidade de Habuba Kebira, ainda na Mesopotâmia (VALLET, 1996), ou nas cidades Maias, como exemplo da América Pré-Colombiana. No caso dos Maias, os sistemas de drenagem eram utilizados para desviar e encaminhar a água superficial das chuvas dos edifícios e praças para os *chultúns* (MAYS; GOROKHOVICH, 2010).

Os avanços nas técnicas relacionadas à drenagem permaneceram ao longo dos séculos, em especial na civilização grega, durante o período Helenístico e após sua conquista pelo Império Romano. Em geral, os sistemas de drenagem eram desenvolvidos com o objetivo de encaminhar a água para diferentes localidades e evitar enchentes, como no caso das cidades de Tiryns e Olímpia, na Grécia Antiga. Em Pompeia, durante o Império Romano, as fontes públicas eram projetadas de modo que, caso transbordassem, a água cairia nas vias e em seguida no sistema de drenagem urbano. As casas e edifícios também continham estruturas responsáveis pela captação e armazenamento das águas da chuva (MAYS, 2010).

Durante a Idade Média, é possível dizer que grande parte das estruturas do Império Romano, como fontes e drenos, permaneceram sendo utilizadas. O crescimento populacional urbano - e consequente aumento no consumo de água, geração de resíduos e poluição - levou à necessidade de desenvolvimento de sistemas mais complexos para o abastecimento de água e drenagem (MAGNUSSON, 2003). Nesse período, no entanto, são poucos os exemplos de cidades que adotavam práticas mais avançadas e grande parte dos exemplos se localizavam nos monastérios.

Embora essa seção seja direcionada exclusivamente à infraestrutura de drenagem das águas pluviais, é imprescindível a sua discussão em conjunto com os sistemas de esgoto, uma vez que seus elementos físicos são compartilhados, como veremos a seguir.

Foi durante a Revolução Industrial que a explosão demográfica, entre os séculos XVIII e XIX, resultou nos avanços mais significativos em termos de infraestrutura de saneamento. Até cerca de 1817, em Londres, o esgoto domiciliar era destinado às fossas sépticas e não conectado ao sistema de drenagem urbana, responsável por destinar as águas da chuva. No entanto, as fossas logo se tornaram insuficientes e, a partir desse momento, o esgoto domiciliar passou a ser destinado ao sistema de drenagem urbana, por meio da substituição das valas de esgoto a céu aberto por novos encanamentos. O resultado é que cerca de 30 anos depois, o rio Tâmisa já se encontrava totalmente poluído.

A primeira proposta para solucionar o problema de poluição passou a considerar a possibilidade de estabelecer uma rede específica para o descarte de esgoto e uma para a drenagem urbana. Entretanto, os altos custos exigiram a adoção de uma solução diferente. Essa solução baseava-se na construção de encanamentos para destinar o esgoto e as águas pluviais para o estuário do Rio Tâmisa, fora dos limites da área urbana. A solução, embora tenha ajudado a diminuir a poluição do rio nas mediações da área urbana, apenas deslocou o problema para outras áreas (BUTLER & DAVIES, 2004). Esse modelo ficou conhecido como sistema combinado (ou unitário). Trataremos das suas características mais à frente.

O sistema utilizado, atualmente, em grande parte das cidades, em especial do continente americano, foi desenvolvido e implantado inicialmente na cidade de Memphis (TSUTIYA & ALEM SOBRINHO, 2000). Esse sistema consistia na separação das águas pluviais e o esgoto residencial e industrial em dois sistemas completamente separados.

No Brasil, os primeiros exemplos significativos de projetos relacionados à drenagem urbana são do engenheiro sanitário Saturnino de Brito. É ele quem iria orientar o uso do sistema separado nos projetos de saneamento para as cidades de Petrópolis, Paraíba do Sul, Itaocara e Campos durante os anos de 1898 e 1903 (ANDRADE, 1997). É esse modelo que passa a ser obrigatório no Brasil a partir de 1912 (TSUTIYA; BUENO, 2004). No entanto, é bastante comum encontrar ainda nos municípios brasileiros o sistema combinado, em virtude das limitações financeiras e de capital humano e ligações clandestinas.

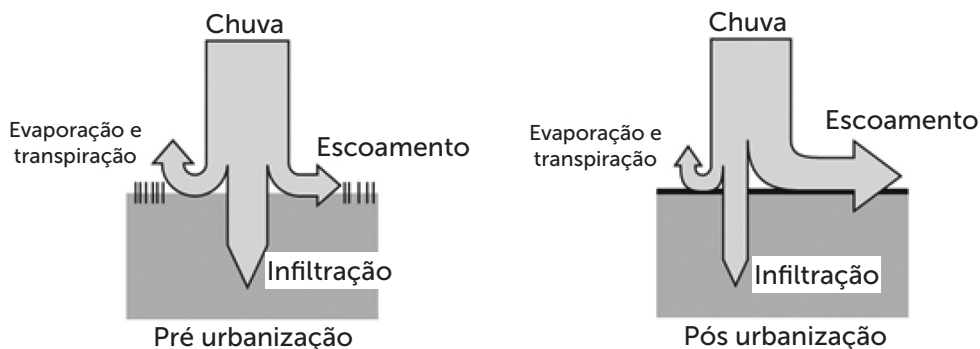


Refleta

Nos projetos de arquitetura, é comum reservar uma área do lote para que permaneça permeável e, assim, contribuir com a drenagem das águas pluviais. No entanto, muitas pessoas acabam impermeabilizando todo o lote, muitas vezes contra a legislação de uso e ocupação do solo. Imagine o quanto um sistema de drenagem é afetado quando todos os lotes de um bairro, por exemplo, são impermeabilizados.

O processo de urbanização é extremamente dependente da infraestrutura de drenagem das águas pluviais. No meio natural, as águas das chuvas geralmente atingem uma superfície natural. Parte da água retorna à atmosfera por meio da evaporação ou transpiração das plantas, outra parte infiltra nas superfícies permeáveis ou é escoada. Tanto a água infiltrada quanto a escoada geralmente atingem os corpos d'água como córregos, rios, lagos etc. Sendo que a água escoada chega rapidamente, enquanto a porção infiltrada alimenta um corpo d'água lentamente. Durante um processo de urbanização geralmente grande parte da superfície que antes era permeável, passa a ser impermeabilizada (como na construção de vias, por exemplo). O resultado é que a água que antes era infiltrada pela superfície agora precisa ser escoada para um reservatório ou corpo d'água. Quando o volume de água é muito alto, ocorrem as enchentes.

Figura 2.5 | Processo de drenagem pluvial antes do processo de urbanização (à esquerda) e após o processo de urbanização (à direita)



Fonte: adaptada de Butler e Davies (2004).

Atualmente, a Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007, também conhecida como Lei Federal de Saneamento básico, estabelece que a drenagem urbana é elemento obrigatório do saneamento básico, compreendendo o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:



(...) drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas (...) (BRASIL, 2007)

Como conceito geral, os sistemas de drenagem existem para suprir duas necessidades do processo de urbanização. A primeira, resultante da captação de água do meio natural para abastecimento humano e a segunda como meio de coleta e desvio da água das superfícies impermeabilizadas para outros locais (BUTLER; DAVIES, 2004). A drenagem urbana serve para destinar a água pós-consumo (na forma de esgoto) e as águas pluviais (a água que durante uma chuva cai sobre superfícies impermeabilizadas). Nesse momento, nosso enfoque será dado à drenagem das águas pluviais, em especial à microdrenagem, ou sistemas iniciais de drenagem. A microdrenagem corresponde às estruturas responsáveis pela coleta das águas pluviais, proveniente das vias, lotes e edifícios, e seu afastamento por meio de pequenas e médias galerias.

Sistemas de captação - composição e materiais

Como vimos, a estrutura utilizada para drenagem urbana pode ser feita por meio de um sistema combinado (ou unitário), um sistema separador ou separador parcial (ou misto).

1. O sistema combinado (unitário) consiste no uso da mesma rede para destinação das águas pluviais e esgoto domiciliar.
2. O sistema separador consiste no uso de redes independentes; um para as águas pluviais e outro para o esgoto domiciliar.
3. O sistema separador parcial (misto) compreende no uso de redes parcialmente independentes; um para a maior parte das águas pluviais e outro para o esgoto domiciliar mais parte das águas pluviais (como a proveniente das coberturas dos edifícios).

Apesar dos diferentes sistemas, o processo de captação das águas pluviais nas vias públicas é praticamente o mesmo. Fazem parte do sistema de microdrenagem os elementos (i) de coleta (a guia (ou meio-fio), a sarjeta, os sarjetões e as bocas de lobo), (ii) de afastamento (as galerias de água pluvial, os tubos de ligação, os poços de visita e as caixas de ligação) e as áreas projetadas para serem alagadas.

Elementos de coleta

Guia: Elemento de separação entre o leito carroçável e a calçada. Geralmente construída por meio de placas pré-moldadas de concreto ou in-loco (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2005).

Sarjeta: É uma depressão de seção triangular paralela ao leito-carroçável e projetada para coletar as águas superficiais de uma via. Após a coleta, a sarjeta encaminha a água até os elementos de drenagem, em geral, as bocas de lobo. Geralmente construído em concreto armado.

Sarjetão: Consiste em uma depressão de seção triangular localizada nos encontros das vias ou nas cotas mais baixas, conforme Figura 2.6. Sua função é conectar as sarjetas e coletar e encaminhar as águas superficiais até os elementos de drenagem (LEAL, 2011). Geralmente construído em concreto armado.

Figura 2.6 | Exemplo de sarjetão no encontro de vias

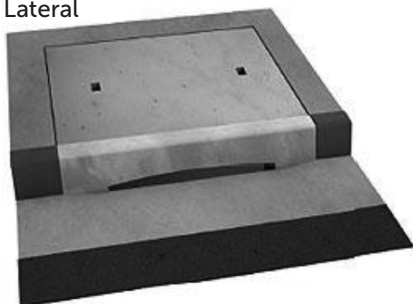


Fonte: <<http://www.cadernossp.com.br/galeria-de-fotos/58/62/Sarjet%E3o-no-cruzamento-da-rua-Araguari-com-a-rua-Periquito/>>. Acesso em: 23 jan. 2017.

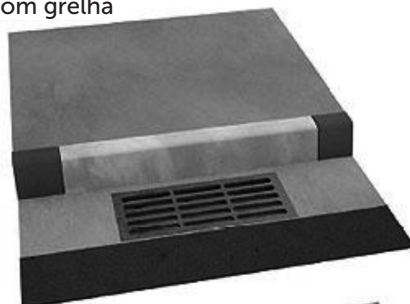
Boca de lobo: Elemento responsável pela coleta das águas superficiais das vias proveniente das sarjetas e sarjetões. O dimensionamento é condicionado pelo projeto de vazão de chegada, referente às condições climáticas da região, e pode apresentar diferentes características. A Figura 2.6 apresenta os tipos de boca de lobo juntamente com a sarjeta e as guias.

Figura 2.6 | Os diferentes tipos de boca de lobo em conjunto com as guias e sarjetas

Lateral



Com grelha



Combinada



Múltipla



Fonte: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/8/2-bocas-de-lobocomo-planejar-o-posicionamento-das-239376-1.aspx>>. Acesso em: 23 jan. 2017.

Elementos de afastamento

Galeria de água pluvial: Corresponde ao conjunto de dutos responsáveis pelo transporte das águas coletadas até o ponto de destino e outros elementos de suporte, para o seu funcionamento. É composta pelos condutos de ligação, os poços de visita e as caixas de ligação, além das bocas de lobo.

Tubo de ligação: Corresponde ao tubo responsável pela ligação da água coletada nas bocas de lobo (ou bocas coletoras) para as galerias pluviais.

Poço de visita: Corresponde ao elemento responsável por permitir o acesso, por meio da chaminé, para inspeção e manutenção dos tubos subterrâneos. Geralmente localizados em locais mais críticos, como curvas, pontos de encontro entre tubulações etc. Atualmente, os poços de visita vêm sendo substituídos por terminais de limpeza e tubos de inspeção e limpeza (TSUTIYA; ALEM SOBRINHO, 2000), alternativas mais econômicas e simples em que é permitido o uso de equipamentos para limpeza.

Caixa de ligação: Corresponde a uma caixa em alvenaria ou concreto responsável por conectar os tubos de ligação das bocas de lobo para a galeria principal por meio de um tubo.



Pesquise mais

O dimensionamento adequado dos elementos de drenagem das águas pluviais depende de diversas variáveis, como a declividade do local, o volume de chuvas, a capacidade de absorção já existente etc. Colocamos um exemplo para ajudar a compreender a complexidade de um projeto de drenagem. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/11/galeria-de-agua-pluvial-os-detalhes-tecnicos-do-projeto-245146-1.aspx>> . Acesso em: 23 jan. 2017.



Assimile

O sistema de microdrenagem das águas pluviais é responsável pela captação da água nos lotes, vias, praças etc. e transporte até o local de descarga ou tratamento, quando for o caso. No Brasil, o sistema de drenagem é separado do esgoto residencial e seus principais elementos são a guia (ou meio-fio), a sarjeta, os sarjetões e as bocas de lobo, as galerias de água pluvial, os tubos de ligação, os poços de visita e as caixas de ligação.

Problemáticas contemporâneas em drenagem pluvial

Como vimos, o processo de urbanização é responsável pela impermeabilização de superfícies e pela drenagem natural das águas pluviais. A pavimentação de vias, a construção de edifícios e estacionamentos são exemplos desse processo, que diminui a capacidade de infiltração das águas pluviais. Assim, o volume que antes seria absorvido lentamente pelo solo, precisa ter um destino correto para evitar que se acumule. Para isso, são projetados os sistemas de drenagem pluvial.

No entanto, é comum verificar que, em momentos de chuva de alta intensidade, muitas regiões da cidade sofrem com inundações. Os motivos para que isso ocorra são diversos, como a falta de planejamento na urbanização, a falta de conhecimento técnico para gestão dos sistemas de drenagem, erros de projeto e acúmulo de lixo nas tubulações e galerias. É preciso atentar também para o fato de que nem todo processo de inundação é decorrente da má gestão dos sistemas de drenagem, podendo ser causados por eventos climáticos inesperados, como o tsunami, em 2011, que atingiu parte do Japão, em especial a região de Sendai.

Estima-se que entre 1980 e 2009, 2,8 bilhões de pessoas no mundo tenham sido afetadas por inundações (DOOCY et al., 2013). As inundações causam efeitos negativos diversos. Estes podem ser:

- **Ambientais:** por meio da contaminação da água por agentes químicos e poluentes.
- **Econômicos:** por meio da destruição de bens materiais, dos gastos públicos para mitigação dos problemas e da interrupção momentânea das atividades econômicas e abastecimento de água potável e energia elétrica.
- **Saúde Pública:** por meio da proliferação de doenças causadas pelo contato ou ingestão da água contaminada e mortes causadas por inundações intensas.
- **Sociais:** pela necessidade de deslocação da população de áreas afetadas para outras regiões de uma cidade.

Embora as inundações sejam relacionadas aos problemas de planejamento urbano mais comuns em países em desenvolvimento, é comum que esses fenômenos também ocorram em cidades com desenvolvidos sistemas de drenagem urbana.



Exemplificando

Em 2016, por exemplo, a cheia do rio Sena, em Paris – França, resultou no alagamento de vias, fechamento de linhas de metrô e fechamento do Museu do Louvre, o mais visitado em todo o mundo. As fortes chuvas, mais intensas dos últimos 50 anos, foram a causa das cheias (DW, 2016).

É preciso estar atento ao fato de que as inundações não são causadas apenas em momentos de chuvas intensas. É comum que chuvas, não tão intensas, também causem o alagamento de vias, tanto devido ao processo de impermeabilização das superfícies quanto pelas alterações causadas nos corpos d'água. Já no século XIX, por exemplo, a cidade de São Paulo apresentava situações problemáticas devido à falta de manejo adequada dos sistemas de drenagem, como apresentado no folder "Inundações em São Paulo", desenvolvido pelo Museu da Cidade para uma exposição ocorrida em 2010 (MUSEU DA CIDADE, 2010).

Em tempo, devemos diferenciar dois tipos de inundações: aquelas decorrentes da inundação de uma várzea próximas aos rios, conhecida como inundação ribeirinha, e aquelas decorrentes do escoamento acelerado das águas pluviais para o sistema de drenagem, que sem capacidade de dar vazão ao volume de água, acaba transbordando, dando início a um processo de "inundação da drenagem urbana" (TUCCI, 2012).

Sustentabilidade e infraestrutura verde: drenagem pluvial

Atualmente, algumas estratégias vêm sendo adotadas para otimizar os sistemas de drenagem por meio de soluções economicamente viáveis e menos impactantes. Essas soluções buscam reproduzir os processos naturais de drenagem e escoamento

das águas pluviais e fazem parte do que chamamos de infraestrutura verde. O termo serve para designar o conjunto de soluções projetadas e gerenciadas para ofertar uma série de serviços ecossistêmicos, em uma rede de espaços abertos, como parques, jardins, florestas, árvores urbanas etc. (DAVIES et al., 2006 & União Europeia, 2013).

Diversas soluções podem ser utilizadas para otimizar os sistemas de drenagem das águas pluviais urbanas. Em geral, essas soluções visam minimizar os impactos na escala local, ou seja, evitar que o volume de água seja transportado e despejado em um local distante. Como exemplo temos: Os jardins de infiltração, os canteiros pluviais, os lagos secos, lagoas pluviais, teto verde, entre outros. As Figuras 2.7 e 2.8 apresentam os exemplos principais de infraestrutura verde voltados à drenagem das águas de chuva.



Pesquise mais

Para ter uma visão geral sobre a importância da drenagem urbana e das soluções mais sustentáveis, sugerimos um vídeo desenvolvido pela Susdrain, uma comunidade responsável pela criação de conteúdo relacionado a sistemas sustentáveis de drenagem. Acesse a versão com legendas. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=BSXcR9h2a7Q>>. Acesso em: 23 jan. 2017.

Jardins de infiltração (ou de chuva): correspondem às depressões permeáveis, geralmente vegetadas, que ajudam no processo de infiltração de pequenos volumes de águas superficiais.

Canteiros pluviais: são semelhantes aos jardins de infiltração. A diferença principal é que são utilizados em locais pequenos, como partes de calçadas, e geralmente apresentam-se em um formato linear. Podem ser utilizados tanto para a infiltração das águas pluviais ou para retenção delas e posterior evaporação.

Lagos secos (Bacias de retenção): consistem em depressões geralmente secas que, durante as chuvas, têm a função de captar e reter as águas pluviais. Dessa forma, a drenagem é feita em um processo mais lento, sem sobrecarregar o sistema convencional de drenagem.

Lagoas pluviais (Bacias de retenção): recebem o excesso de volume de água proveniente das chuvas, armazenam e permitem a sua infiltração. A diferença, nesse caso, é que as lagoas pluviais não secam e ainda contribuem para a purificação das águas antes que sejam infiltradas ao sistema. Podem ser utilizadas como elementos paisagísticos.

Cobertura verde (teto verde ou telhado verde): consiste em coberturas de edificações vegetadas, geralmente com vegetações de baixa manutenção. Em geral, servem para infiltrar as águas das chuvas liberando-as lentamente ao sistema convencional de drenagem ou coleta e armazenamento para uso no próprio local, para irrigação ou limpeza.

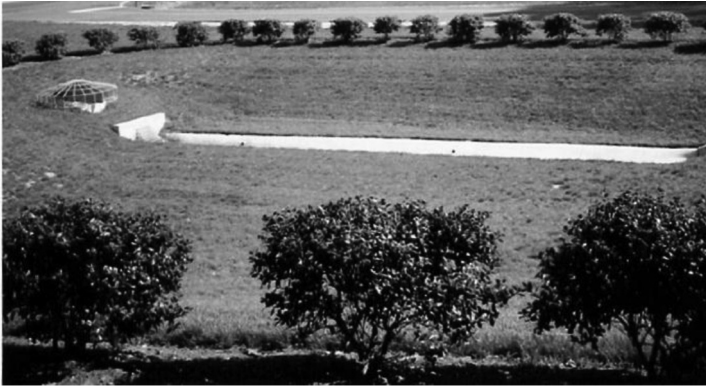
Figura 2.7 | Um exemplo de jardim de infiltração à esquerda e um canteiro pluvial à direita



Fonte: <<http://www.cleanwaternashville.org/green-infrastructure>>. Acesso em: 23 jan. 2017.

Figura 2.8 | Exemplo de uma bacia de detenção e uma bacia de retenção direita





Fonte: <https://en.wikipedia.org/wiki/Retention_basin#/media/File:Trounce_Pond.jpg> ; <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a9/Dry_pond.jpg>. Acesso em: 23 jan. 2017.

Vimos, portanto, que os sistemas de drenagem urbano desenvolvem um papel fundamental para o funcionamento das cidades. Tratam de estruturas que apresentam forte relação com a infraestrutura viária, uma vez que grande parte do processo inicial de drenagem é realizado pelos elementos localizados nas vias, como as bocas de lobo. Entretanto, as inundações ainda são um dos principais problemas urbanos com impactos sociais, econômicos e ambientais. Neste contexto, as soluções de infraestrutura verde se constituem como alternativas viáveis para minimizar os problemas de drenagem de forma sustentável, com menores custos de implantação e com soluções localmente aplicáveis.

Sem medo de errar

Neste momento, você precisa desenvolver uma proposta final para apresentar ao escritório visando solucionar tanto os problemas relacionados ao subsistema viário como desenvolver uma proposta para otimizar a rede de drenagem pluvial.

Neste sentido, quais são os principais problemas relacionados à drenagem urbana que você acha necessário solucionar? Quais são as possíveis soluções a serem adotadas? Você acredita que essas soluções podem, além de contribuir com o sistema de drenagem, resultar em um ambiente urbano mais agradável?

Primeiramente, é importante identificar as características da região que possam afetar negativamente a rede de drenagem pluvial. Como exemplo: a presença de resíduos sólidos, as ligações de esgoto clandestinas, a ausência de boca de lobo, o dimensionamento equivocado de sarjetas e sarjetões etc.

Como a ideia é que seu projeto seja inovador e contribua também com a melhoria da paisagem urbana do local específico, as soluções de infraestrutura verde, como os jardins de infiltração ou os canteiros pluviais são boas alternativas. As bacias de retenção e detenção também podem oferecer os benefícios desejados, dependendo da escala do seu projeto. Assim como na seção anterior, sua entrega deve contemplar todos desenhos, esboços e textos explicativos utilizados ao longo desse processo.

Avançando na prática

A falta de água como oportunidade

Descrição da situação-problema

Imagine que em determinado período do ano está previsto um longo período sem chuvas. Como sua cidade não desenvolveu um plano adequado para abastecimento de água e tratamento das águas residuais, é bem possível que falte água em grande parte da cidade. Sendo assim, você foi procurado por um grupo de moradores de um bairro que deseja aproveitar as chuvas que ainda estão por vir para guardar a água e utilizá-la durante o período de seca.

Os moradores já conseguiram uma autorização da prefeitura para efetuar as mudanças necessárias nas calçadas, caso seja preciso, desde que respeitem a legislação vigente e a NBR 9050.

Quais propostas você pode oferecer ao grupo de moradores? Como solucionar o problema em escala local? É possível desenvolver soluções coletivas e/ou individuais? Desenvolva um esboço com sua proposta, em escala, para uma rua, considerando que as dimensões atuais da calçada são de 2,5 metros de largura e o recuo mínimo das edificações é de 3 metros.

Resolução da situação-problema

Novamente, a melhor solução a ser adotada nesse caso seria o uso das infraestruturas verdes. Na escala da rua, os jardins de infiltração e os canteiros pluviais poderiam ser utilizados para coletar e encaminhar as águas da chuva para um reservatório a ser utilizado pelos moradores, coletivamente ou por cada residência. Além disso, na escala da residência, é possível indicar a construção de tetos verde, para coleta da água e armazenamento em cisternas. Ou simplesmente a colocação de cisternas para encaminhamento da água da chuva pelas calhas.

Faça valer a pena

1. Atualmente, algumas estratégias vêm sendo adotadas para otimizar os sistemas de drenagem, por meio de soluções economicamente viáveis e menos impactantes. Essas soluções buscam reproduzir os processos naturais de drenagem e escoamento das águas pluviais e fazem parte do que chamamos de infraestrutura verde.

Em um projeto voltado à drenagem das águas pluviais de uma rua, onde o sistema convencional já existe, uma série de propostas pode ser utilizada. Qual das soluções abaixo permite a solução rápida do problema e com baixo custo de implantação?

- (I) Jardins de infiltração.
- (II) Canteiros pluviais.
- (III) Lagos secos (bacias de retenção).
- (IV) Lagoas pluviais (bacias de retenção).
- (V) Sistema separador misto.

- a) Apenas I e III.
- b) Apenas I e II.
- c) Apenas II e IV.
- d) Apenas I e V.
- e) Apenas II e V.

2. O processo de urbanização é responsável pela impermeabilização de superfícies responsável pela drenagem natural das águas pluviais. A pavimentação de vias, a construção de edifícios e estacionamentos são exemplos desse processo que diminuem a capacidade de infiltração das águas pluviais.

Neste sentido, qual a principal função das redes de drenagem pluvial e quais os três tipos de rede existentes no mundo?

- a) A drenagem pluvial serve para dar um destino adequado à água pós-consumo (na forma de esgoto) e as águas pluviais (a água que durante uma chuva cai sobre superfícies impermeabilizadas). Existem os sistemas combinado, separador e separador parcial.
- b) A drenagem pluvial serve para dar um destino adequado à água pós-consumo (na forma de esgoto). Existem os sistemas combinado, separador e separador parcial.

c) A drenagem pluvial serve para dar um destino adequado às águas pluviais (a água que durante uma chuva cai sobre superfícies impermeabilizadas). Existem os sistemas combinado, separador e separador parcial.

d) A drenagem pluvial serve para dar um destino adequado ao esgoto (a água que durante uma chuva cai sobre superfícies impermeabilizadas). Existem os sistemas combinado, separador e separador parcial.

e) A drenagem pluvial serve para dar um destino adequado às águas pluviais (a água que durante uma chuva cai sobre superfícies impermeabilizadas). Existem os sistemas combinado, unitário e separador parcial.

3. Fazem parte do sistema de microdrenagem os elementos (i) de coleta (a guia (ou meio-fio), a sarjeta, os sarjetões e as bocas de lobo), (ii) de afastamento (as galerias de água pluvial, os tubos de ligação, os poços de visita e as caixas de ligação) e as áreas projetadas para serem alagadas.

O que é a boca de lobo e qual a função na rede de drenagem?

a) Corresponde a uma caixa em alvenaria ou concreto, responsável por conectar os tubos de ligação para a galeria principal.

b) Corresponde ao elemento responsável por permitir o acesso por meio da chaminé, para inspeção e manutenção dos tubos subterrâneos.

c) Consiste em uma depressão de seção triangular, localizada nos encontros das vias ou nas cotas mais baixas.

d) Elemento responsável pela coleta, por meio de uma abertura, das águas superficiais das vias proveniente das sarjetas e sarjetões.

e) Elemento de separação entre o leito carroçável e a calçada.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR9050**: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). A navegação interior e sua interface com o setor de recursos hídricos no Brasil. **Caderno de Recursos Hídricos**, Brasília, v. 3, maio 2007.

ANELLI, Renato Luiz Sobral. Redes de mobilidade e urbanismo em São Paulo: das radiais/perimetrais do plano de avenidas à malha direcional PUB (1). **Arquitextos**, São Paulo, n. 82, ano 7, mar. 2007. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/07.082/259>>. Acesso em: 23 jan. 2017.

ANDRADE, Carlos Roberto M. de. Saturnino de Brito: um projetista de cidades. **Arquitetura e Urbanismo**. 72. ed. São Paulo: Pini, 1997. Disponível em: <<http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/72/um-projetista-de-cidades-24030-1.aspx>> . Acesso em: 24 jan. 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997**. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, DF, 23 set. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9503.htm> . Acesso em: 24 jan. 2017.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Brasília, DF, 5 jan. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 24 jan. 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.587 de 3 de janeiro de 2012**. Política Nacional de Mobilidade Urbana. Brasília, DF, 3 jan. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm>. Acesso em: 24 jan. 2017.

BERNUCCI, Liedi Bariani et. al. **Pavimentação asfáltica**: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS/AEDA, 2008.

BUTLER, David; DAVIES, John. **Urban drainage**. Nova Iorque: Spon Press, 2004.

COMISSÃO EUROPÉIA, Comunicação da comissão ao parlamento europeu, ao Conselho, ao comitê económico e social europeu e ao comitê das regiões: Infraestrutura Verde, 2013. Disponível em: http://eurlex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abeb817-4c73e6f1b2df.0009.03/DOC_1&format=PDF

DAVIES, Clive; et al. **Green infrastructure planning guide project**: Final report. NECF, Annfield Plain, 2006.

DW. Chuvas fazem rio Sena transbordar em Paris. **DW**, 2 jun. 2016. Disponível em: <<http://www.dw.com/pt-br/chuvas-fazem-rio-sena-transbordar-em-paris/a-19303436>>. Acesso em: 24 jan. 2017.

DOOCY, Shannon et al. The human impact of floods: a historical review of events 1980-2009 and systematic literature review. **PLOS Currents: Disasters**. San Francisco: 16 apr. 2013.

GONDIM, Monica Fiuza. **Cadernos de Desenho Ciclovias**. Rio de Janeiro: COPPE, 2010. Disponível em: <http://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2010/01/24%20-%20BRASIL_Caderno%20de%20Desenho_Ciclovias.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2017.

EIA. Transportation sector energy consumption. In: _____. **International energy outlook 2016**. Washington: EIA, 11 maio. 2016. Disponível em: <<https://www.eia.gov/outlooks/ieo/transportation.cfm>>. Acesso em: 24 jan. 2017

LEAL, Ubiratan. Sarjetões de concreto armado. **Revista Infraestrutura Urbana**. 6. ed. São Paulo, ago. 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoestecnicas/6/1-sarjetoes-de-concreto-armado-227269-1.aspx>>. Acesso em: 24 jan. 2017. .

LEWIS, Nelson P. Modern city roadways. **Popular Science Monthly**. Harlan, v. 56, p. 524-536, 1900.

MASCARÓ, Juan Luis; YOSHINAGA, Mário. **Infra-estrutura urbana**. Porto Alegre: Masquatro, 2005.

MAGNUSSON, Roberta J. **Water technology in the Middle Ages: cities, monasteries, and waterworks after the Roman Empire**. Maryland: JHU Press, 2003.

MAYS, Larry W. A brief history of roman water technology. In: _____. **Ancient water technologies**. Dordrecht: Springer, 2010. p. 171-200.

MAYS, Larry W; GOROKHOVICH, Yuri. Water technology in the ancient american societies. In: MAYS, Larry W. (Org.). **Ancient water technologies**. Dordrecht: Springer, 2010.

MUSEU DA CIDADE. **Exposição: inundações em São Paulo**. São Paulo: Museu da Cidade, 2010. Disponível em: <http://www.museudacidade.sp.gov.br/documentos/eFolder_inunda%C3%A7%C3%B5es.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2017.

MUMFORD, Lewis. **The city in history: Its origins, its transformations, and its prospects**. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 1961. 67 v.

NEWMAN, Peter; KENWORTHY, Jeffrey. Urban design to reduce automobile dependence. **Opolis: an International Journal of Suburban and Metropolitan Studies**, v. 2, n. 1, p. 35-52, 2006.

NOLAN, J. F. Determinants of productive efficiency in urban transit. **Logistics and Transportation Review**, Vancouver, v. 32, n. 3, p. 319, set. 1996.

SÃO PAULO (cidade). Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016. Disciplina o parcelamento, uso e ocupação do solo no município de São Paulo. Disponível em: <<http://>

documentacao.camara.sp.gov.br/iah/fulltext/leis/L16402.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2017.

SÃO PAULO. Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016. Plano de Mobilidade de São Paulo. São Paulo, SP, 22 mar. 2016. Disponível em: http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/planmobsp_v072___1455546429.pdf Acesso em: 24 jan. 2017.

SÃO PAULO (cidade). **Conheça as regras para arrumar a sua calçada**. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/subprefeituras/calçadas/arquivos/cartilha_-_draft_10.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2017.

SOUTHWORTH, Michael; BEN-JOSEPH, Eran. **Streets and the Shaping of Towns and Cities**. Washington: Island Press, 2013.

STEINERT, Ulrike. "City Streets: Reflections on Urban Society in the Cuneiform Sources of the Second and First Millennium BCE." In.: **The Fabric of Cities**, pp. 123-169. Brill, 2013.

STONE, Elizabeth. The spatial organization of Mesopotamian cities. **Aula Orientalis**, v.9, p.235-242, 1991.

TERRY, Tatiana; JAVOSKI, Daniela E. A.; CARVALHO, Solange A. de . **Cadernos Técnicos Morar Carioca: Sistema viário**. Rio de Janeiro: Instituto de Arquitetos do Brasil, 2013.

TSUTIYA, M.T.; ALEM SOBRINHO, P. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica de São Paulo, 2000.

TSUTIYA, M. T.; BUENO, R. C. R. Contribuição de águas pluviais em sistemas de esgoto sanitário no Brasil. **Revista Água Latinoamérica**. Tucson, v. 4, n. 4, p. 20-25, 2004.

TUCCI, Carlos E. M. Gestão da drenagem urbana. **Textos para Discussão**. Brasília, DF: CEPAL, v.48, 2012.

UN (Nações Unidas). **Mobilizing Sustainable Transport for Development**. Nova Iorque: Nações Unidas, 2016.

UNECE. Together with UNECE on the road to safety: **Cutting road traffic deaths and injuries in half by 2020**. Disponível em: <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp1/wp1doc/ECE_TRANS_255_FINAL.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2017. Acesso em: 24 jan. 2017.

VACCARI, Lorreine Santos; FANINI, Valter. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar. **Mobilidade Urbana**. Paraná: CREA-PR, 2016.

VALLET, Régis. Habuba Kebira: ou la naissance de l'urbanisme. **Paléorient**, n. 2, v. 22, p.45-76, 1996.

VITRUVIUS, P. **Tratado de arquitetura**. Tradução M. Justino Maciel. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

Subsistemas de infraestrutura urbana.

Sistema de saneamento e energia elétrica

Convite ao estudo

Prezado estudante, bem-vindo à Unidade 3 da disciplina de Infraestrutura urbana. Neste momento, vamos nos dedicar ao estudo dos subsistemas de abastecimento de água, de esgoto e de energia elétrica. Na primeira seção, vamos tratar sobre o abastecimento de água, suas características principais, legislação e discutir as etapas que vão desde a captação, passando pelo tratamento, até a distribuição final. Em seguida, nossa discussão será em torno do subsistema de esgoto, importante infraestrutura para o manejo sustentável dos recursos hídricos e saúde da população. Por fim, apresentaremos o subsistema de energia elétrica, em que vamos discutir sua evolução histórica, os tipos de redes de distribuição (aéreas ou subterrâneas) e características principais. Para todas as seções, buscaremos discutir problemáticas contemporâneas que se articulam com propostas voltadas à sustentabilidade urbana.

Na unidade anterior, você foi responsável por coordenar um projeto para ser apresentado a um concurso promovido pela sua cidade. Com os resultados satisfatórios obtidos, seu escritório foi convidado a aprofundar os estudos e projetos para a área escolhida anteriormente. Neste momento, o escritório precisa desenvolver três relatórios técnicos relacionados aos sistemas de abastecimento de água, esgoto e energia elétrica. Esses relatórios devem articular o contexto atualmente existente com a legislação, boas práticas e com as propostas mais atuais voltadas à sustentabilidade urbana, como no caso da infraestrutura verde. Além disso, embora seu estudo esteja limitado a uma região da cidade, dados sobre o município devem ser

utilizados para contextualização.

Esse relatório será utilizado para o desenvolvimento de um plano urbano para a região. Neste sentido, quais informações devem estar presentes nesse seu estudo? É possível que seu estudo anterior, relacionado à drenagem urbana, indique alguns caminhos a tomar? De onde provém a água potável e a energia elétrica da sua cidade? Para onde vai o esgoto? Existem problemas visíveis?

Ao longo das unidades, o conteúdo teórico poderá fornecer subsídios para a construção do seu relatório. No entanto, grande parte dos dados e informações devem ser obtidas em outras fontes de pesquisa, como nas concessionárias de fornecimento de energia e em matérias jornalísticas, por exemplo. Assim, aprofunde-se nas pesquisas e bons estudos!

Seção 3.1

O sistema de abastecimento de água

Diálogo aberto

Nesta situação, vamos estudar o subsistema de abastecimento de água. Primeiramente, vamos abordar o contexto histórico do subsistema e apresentar algumas soluções que ainda hoje são importantes. Em seguida, veremos as características principais do abastecimento de água, a legislação específica e as etapas da captação à distribuição para consumo. Por fim, nossa discussão focará a questão da segurança hídrica, ou seja, a capacidade de fornecimento de água para toda a população de forma constante e com qualidade. São também apresentadas algumas alternativas relativas à infraestrutura verde para otimização dos recursos hídricos.

Nesta unidade, seu escritório foi convidado a realizar um estudo sobre as condições atuais das redes de abastecimento de água, esgoto e energia elétrica da região escolhida na unidade anterior.

Como no caso anterior, cada profissional é responsável por uma parte do estudo. Sua função, como arquiteto e urbanista, nesse projeto, será o de articular os dados existentes relativos aos subsistemas com aspectos de desenho urbano e as discussões contemporâneas relativas à sustentabilidade urbana. Ou seja, seu relatório deve apresentar, além das informações técnicas, como dados, imagens (desenhos ou fotografias) e mapas, uma discussão crítica e articulada com os aspectos estudados, de legislação, boas práticas e sustentabilidade urbana.

Para seu relatório, delimite um raio de 200 m, a partir da intersecção utilizada na unidade interior, como recorte geográfico do seu estudo. Mas, tenha em mente que, embora o recorte esteja definido, é preciso compreender os sistemas como um todo, ou seja, os dados da cidade e dos órgãos responsáveis pelo abastecimento podem, e devem ser utilizados.

Quais são as características que merecem ser destacadas? Qual é a fonte de abastecimento de água da sua cidade? Existe, ou existiu algum problema relacionado a escassez de água nessa região? Se sim, quais foram os motivos? Qual é o consumo diário estimado para a região, em função da população existente?

Nessa situação-problema o importante é a leitura do local, portanto, toda informação possível é desejada. Você pode registrar esse local com desenhos em perspectiva, fotografias, tirar medidas, desenhar a vista superior etc... Mas lembre-se de incluir uma discussão crítica a partir dos fatos identificados. Bons estudos!

Não pode faltar

Sistema de abastecimento de água. Conceituação e características

Ao longo do período Neolítico, período em que se observam os primeiros assentamentos, o abastecimento para consumo humano seria realizado principalmente por meio de cisternas, para armazenamento das águas pluviais e/ou das águas provenientes dos cursos de água. O seu uso foi continuado, com o aprimoramento tecnológico, nas civilizações posteriores. Os gregos, romanos e bizantinos fizeram uso das cisternas e poços para o abastecimento doméstico e de edifícios públicos (MAYS; ANTONIOU; ANGELAKIS, 2013).



Exemplificando

Um dos exemplos mais significativos é a Cisterna da Basílica, construída no ano 532 d.C., em Istambul, durante o Império Bizantino. Com cerca de 9.000 m² e 336 colunas de mármore, a cisterna era capaz de armazenar 80 milhões de litros de água.

Ainda, séculos mais tarde, mais especificamente nos séculos XIX e XX, as cisternas foram utilizadas para responder à crescente expansão da população urbana, em função da revolução industrial. Até hoje as cisternas são utilizadas para o abastecimento de água em locais onde o sistema convencional não chega e em áreas rurais, principalmente. Contemporâneo ao uso das cisternas e poços, os aquedutos foram aprimorados, principalmente, ao longo do Império Romano, sendo possível encontrar exemplos que vão desde a região da Escócia até o Iraque (DE FEO et. al, 2013).

O uso de aquedutos permaneceu ao longo do Império Bizantino e da Idade Média, onde podemos encontrar exemplos significativos de aquedutos e canais subterrâneos. O uso da água de nascentes é outra característica marcante desse período, juntamente com o desenvolvimento de tecnologias para bombeamento de água. O bombeamento, por sua vez, permitiu o aumento da capacidade de abastecimento a níveis que o transporte manual jamais conseguiria atingir. Essa foi uma das tecnologias que mais influenciou o aprimoramento dos sistemas ao longo do período seguinte, na Revolução Industrial.



Pesquise mais

Anterior à revolução Industrial, no Brasil, destaca-se a construção do aqueduto para captação de água do rio Carioca e abastecimento da cidade do Rio de Janeiro, iniciada em 1620 e concluída um século depois. Atualmente desativado, é conhecido como Arcos da Lapa. Conheça mais sobre o projeto na reportagem da Folha de São Paulo. Disponível em: <<http://arte.folha.uol.com.br/tudo-sobre/rio-em-transformacao/riocarioca/>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

Durante a Revolução Industrial, destacamos o surgimento de tecnologias voltadas à purificação e tratamento de água para consumo, como o uso do filtro lento, a partir de 1829, e o estabelecimento do tratamento por clorificação, em 1905 (AZEVEDO NETTO et al., 1976). Além disso, nesse momento, surgem as primeiras regulações estabelecendo os padrões mínimos de qualidade para o abastecimento de água, na Inglaterra, por meio do “Metropolis Water Supply Act”, de 1852. Ao longo do século XX e XXI, novas tecnologias são desenvolvidas em relação ao tratamento de água para abastecimento, como a fluoretação, o controle do pH, coagulação etc.

Conceito e características

Segundo o Decreto 7.217/10 (BRASIL, 2010), que regulamenta a Lei 11.445/07, o sistema de abastecimento de água pode ser entendido como a

(...) instalação composta por conjunto de infraestruturas, obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do Poder Público. (BRASIL, 2010)



No contexto do abastecimento de água e consequentemente da gestão dos recursos hídricos, vale atentar que a divisão político-administrativa não é suficiente. Isto porque cada corpo de água presente em um município faz parte de uma bacia hidrográfica que, muitas vezes, extrapola os limites territoriais do mesmo. Nesse sentido, a bacia hidrográfica é definida como a unidade territorial básica para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), indicando a necessidade de uma gestão compartilhada dos corpos hídricos pela administração pública, órgãos de saneamento etc. (PORTO; PORTO, 2008).



Pesquise mais

A gestão por bacias hidrográficas é um importante avanço para o manejo dos recursos hídricos brasileiros. O artigo, Gestão de bacias hidrográficas, discute a evolução do conceito de bacias, gestão integrada e outros conceitos importantes para nossos estudos. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200004>. Acesso em: 15 fev. 2017.

Podemos dizer que o abastecimento de água tem relação direta com aspectos sociais e econômicos, políticos, de saúde pública e ambientais. Resumidamente:

Aspectos sociais e econômicos: água é um importante insumo para os processos industriais, para a prestação de serviços (públicos ou não), para o funcionamento de comércios e para o uso doméstico.

Aspectos políticos: diz respeito principalmente à necessidade de gestão compartilhada e descentralizada (com participação do Poder Público, usuários e comunidade) dos recursos hídricos entre os diferentes municípios ou estados dependentes de uma bacia hidrográfica. A Política Nacional estabelece que os planos de recursos hídricos devem ser elaborados por bacia hidrográfica, Estado e para o País (BRASIL, 1997).

Saúde pública: o abastecimento de água potável garante a saúde humana a partir de três fatores fundamentais. Primeiro, porque evita o consumo de água contaminada por agentes patogênicos, segundo, porque permite que hábitos de higiene pessoal sejam realizados (escovar os dentes, tomar banho, lavar os alimentos etc.) e terceiro, porque garante a hidratação do organismo.

Aspectos ambientais: diz respeito à relação de dependência da infraestrutura para com o meio ambiente ao mesmo tempo em que a instalação dessa infraestrutura causa impactos negativos nele.

É importante lembrar que a eficiência da infraestrutura de abastecimento de água potável depende da garantia de abastecimento de água com qualidade e quantidade suficiente para o uso humano, seja para consumo, higiene ou outros. Como já adiantamos, o consumo de água pode ser dividido em quatro tipos principais: (i) o doméstico, referente ao uso de água nas residências para atividades do cotidiano, higiene pessoal, consumo, irrigação etc.; (ii) o comercial, referente ao uso da água nos estabelecimentos comerciais, sendo que, diferentes tipos de comércio vão apresentar necessidades específicas, como hospitais, restaurantes, postos de gasolina, entre outros; (iii) o industrial, referente ao uso da água nos processos industriais, podendo apresentar grande variabilidade em relação ao volume utilizado e finalidade; (IV) o público, referente ao uso da água utilizada nas áreas públicas, como parques,

jardins, praças, vias, edifícios públicos, seja para irrigação, limpeza, consumo diário em sanitários e torneiras, combate a incêndios e outros.

Consumo de água por habitantes / componentes e materiais

Além dos tipos de consumo mencionados, devemos lembrar também que o próprio sistema de abastecimento de água a utiliza em seus processos de purificação e que ao longo das etapas até a distribuição podem ocorrer perdas e desperdícios.

Para que o sistema de abastecimento de água seja capaz de satisfazer os usos mencionados, é preciso que a vazão de água do sistema seja compatível com a demanda. Para isso, é necessário calcular o consumo médio per capita. Ou seja, calcular a média do volume diário consumido no período mínimo de um ano (FUNASA, 2015). Esse consumo é expresso em l/hab. dia ou litros por habitante por dia. Nesse caso, são incluídos todos os tipos de uso (domésticos, comerciais, industriais e públicos) além das perdas do sistema. O consumo também é influenciado por fatores específicos a cada localidade, como (i) o nível socioeconômico, (ii) o clima, (iii) as características da cidade (porte, topografia etc.) e (iv) a administração do sistema de abastecimento de água (LIBÂNIO et al., 2006).

Tendo em vista as variáveis que influenciam o volume de água consumido, não é possível estabelecer valores precisos para aplicação geral. No entanto, alguns estudos apontam diretrizes gerais. O Quadro 3.1, por exemplo, apresenta valores de consumo per capita em função da população propostos por Von Sperling (2005), lembrando que os valores per capita consideram não apenas o consumo doméstico.

Quadro 3.1 | Consumo médio de água per capita em populações com abastecimento domiciliar de água

Porte da comunidade	Faixa da População (habitantes)	Consumo per capita (L/hab.dia)
Povoado rural	<5.000	90 a 140
Vila	5.000 a 10.000	100 a 160
Pequena localidade	10.000 a 50.000	110 a 180
Cidade média	50.000 a 250.000	120 a 220
Cidade grande	>250.000	150 a 300

Fonte: Adaptado de Sperling (2005).

Para atender satisfatoriamente à demanda, é preciso que todos os componentes e etapas do sistema sejam dimensionados de acordo com a vazão desejada. Existem diversas possibilidades referentes às tecnologias e soluções para o abastecimento de água. Alternativas podem existir na forma de poços artesianos, fontes, distribuição por “caminhão-pipa” etc. Aqui, trataremos do modelo convencional.

Fazem parte do sistema de abastecimento de água, as diferentes etapas de coleta, adução, tratamento, armazenamento e distribuição. Cada uma dessas etapas possui

elementos e finalidades específicas:

Coleta (ou captação) de água: diz respeito aos elementos e ao processo de retirada de água de um manancial, a fim de torná-la disponível para as próximas etapas de distribuição até chegar no consumidor final. Os mananciais podem ser de superfície - como lagos, rios e córregos - ou subterrâneos, nos aquíferos.

Adução: consiste no processo, e conjunto de elementos, responsável pelo transporte da água entre as unidades de captação, tratamento, estações elevatórias, reserva e rede de distribuição. Pode ser classificada em função do tipo de água transportada (bruta ou tratada) e em função da energia empregada para seu transporte (conduto livre, forçado por gravidade, recalque ou mista).

Tratamento: corresponde ao processo fundamental de potabilização realizado nas estações de tratamento de água (ETAs).



Exemplificando

A principal prática utilizada no Brasil para o tratamento de água considera as seguintes etapas: (i) clarificação, responsável pela remoção dos sólidos na água; (ii) desinfecção, para inativar os micro-organismos patogênicos; (iii) fluoretação, para prevenção de cáries; (iv) estabilização química, para controle de corrosão e incrustação da água em tubulações (DE PÁDUA, 2006).

Armazenamento: diz respeito, principalmente, ao conjunto de reservatórios cuja função é compensar a vazão de produção e a vazão de consumo. Em outras palavras, o armazenamento permite que o tratamento de água aconteça de forma relativamente constante ainda que o consumo varie ao longo do tempo. Podem ser de diversos tipos: apoiados, semienterrados, enterrados ou elevados. Podem também estar à montante ou jusante da rede de distribuição (HELLER, 2006).



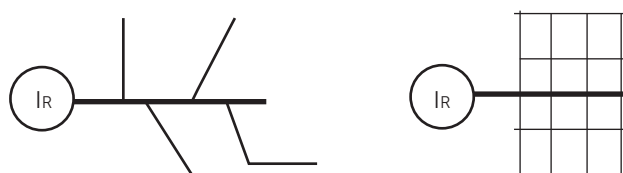
Refleta

Você sabe onde se localizam os reservatórios da sua cidade? Os do tipo apoiados, semienterrados ou elevados são mais difíceis de identificar, mas é bem possível que você conheça algum reservatório do tipo elevado na sua cidade. Também chamado de caixa d'água, esse elemento se destaca na paisagem urbana sendo, muitas vezes, utilizado como ponto de referência para localização.

Distribuição: corresponde à etapa de transporte da água potável até os locais de consumo, continuamente, com qualidade, quantidade e pressão adequadas. Existem dois tipos de tubulações responsáveis pela distribuição da água: as tubulações

principais e as tubulações secundárias. As tubulações principais são de maior diâmetro e alimentam as tubulações secundárias, sendo também conhecidas como tubulações tronco ou condutos mestre. As tubulações secundárias são de menor diâmetro e abastecem diretamente as edificações (PRINCE, 2006). Por fim, dois traçados por ser utilizados: a rede ramificada e a rede malhada (FUNASA, 2015). No caso da rede ramificada, uma tubulação principal é responsável pelo abastecimento das redes secundárias. A rede malhada (sem ou com anel), por sua vez, consiste na interconexão entre as tubulações secundárias alimentadas pela tubulação principal, evitando extremidades mortas. A Figura 3.1 mostra o exemplo dos tipos de rede.

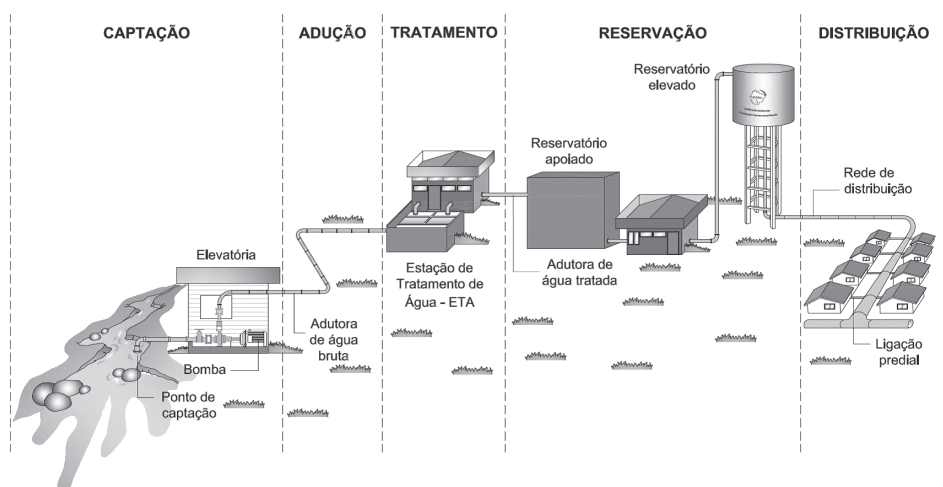
Figura 3.1 | Tipos de rede de distribuição. Da esquerda para a direita: rede ramificada e rede malhada



Fonte: elaborada pelo autor.

O sistema completo do abastecimento de água é apresentado na Figura 3.2. Ela contempla as etapas de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição. Além disso, vale ressaltar o papel desempenhado pelas estações elevatórias. Essas são responsáveis pelo transporte da água a pontos mais altos, quando necessário.

Figura 3.2 | A infraestrutura de abastecimento de água, suas etapas e componentes principais



Fonte: FUNASA (2015 p. 67).



Assimile

O sistema de abastecimento de água é complexo e apresenta diversas etapas e elementos. Os principais são (i) a captação da água dos mananciais superficiais ou subterrâneos; (ii) a adução; (iii) o tratamento, também realizado em diferentes etapas; (iv) a reservação; (v) a distribuição para os consumidores finais. Devemos considerar também as estações elevatórias, importantes para o transporte vertical da água.

Problemáticas contemporâneas em abastecimento de água e infraestrutura verde

Em geral, podemos dizer que existem dois principais problemas relacionados ao abastecimento de água. O primeiro diz respeito à inexistência de uma infraestrutura capaz de captar, tratar, armazenar e distribuir a água, seja pelos processos convencionais ou outros alternativos. O segundo diz respeito à disponibilidade de água para consumo, ainda que exista uma infraestrutura teoricamente capaz de atender à demanda.

Em relação à infraestrutura de acesso à água potável, os números recentes indicam uma melhora satisfatória. Entre 1990 e 2015, o crescimento no acesso a fontes potáveis de água foi de 76% para 91% no mundo todo (UNICEF, 2015). Isso indica que nesse período, 2,6 bilhões de pessoas passaram a ter acesso à água. No Brasil, os números indicam o acesso de 94% do total da população em 2015 (UNICEF, 2015). No entanto, atualmente, a maior preocupação se dá sobre a escassez de água para abastecimento. Ou seja, ainda que os investimentos na rede de abastecimento tenham resultado em melhorias nos índices, cerca de 40% da população mundial sofre com a escassez de água em diversos períodos do ano.

Entre 2014 e 2016, por exemplo, municípios do Estado de São Paulo sofreram com a falta de água em virtude de um longo período de seca, desmatamento e problemas na gestão das bacias responsáveis pelo abastecimento (FOLHA DE SÃO PAULO, 2014). No entanto, a seca não atingiu somente o Estado de São Paulo, mas também outros 13 estados do Nordeste e outros da Região Sudeste, afetando aproximadamente 45,8 milhões de pessoas (O GLOBO, 2015).

É nesse contexto em que se coloca o conceito de “Segurança hídrica” (UN-WATER, 2013), entendida como a capacidade em garantir pleno acesso a água com qualidade para consumo de forma sustentável. Nesse sentido, é preciso que os mananciais responsáveis pelo abastecimento de água sejam preservados além de novas formas de gestão da água. O reuso das águas de chuva para usos que não sejam consumo humano, por exemplo, é uma das alternativas que vem sido aplicada e ampliada ao longo dos últimos anos.

Como vimos na unidade anterior, a infraestrutura verde é um termo que corresponde a uma “rede estrategicamente planejada de zonas naturais e seminaturais,

com outras características ambientais, concebida e gerida para prestar uma ampla gama de serviços ecossistêmicos.” (COMISSÃO EUROPEIA, 2013).

No caso do abastecimento de água, uma série de alternativas pode ser utilizada na escala local ou regional. Algumas já foram tratadas na unidade anterior, mas serão aprofundadas neste momento.

De forma geral, todas as soluções responsáveis pela drenagem da água pluvial podem ser compatibilizadas com sistemas de filtragem e de armazenamento. Na escala da edificação, o mais comum é que esse processo ocorra por meio da coleta da água de chuva pelas coberturas. Uma vez armazenada em cisternas, essa água, desde que em condições adequadas, pode ser utilizada para usos como irrigação de jardins, lavagem de carros e pisos e descargas, por exemplo. Para o consumo humano, é necessário um processo de tratamento para desinfecção e compatibilização com os padrões mínimos de qualidade.

Na escala urbana, o mesmo princípio pode ser utilizado. No entanto, a importância do sistema de infraestrutura verde para o abastecimento de água pode se dar de duas maneiras. A primeira, relaciona-se ao processo de drenagem natural das águas de chuva pelos jardins de infiltração e canteiros pluviais. Nesse caso, além de permitir a infiltração da água, os sistemas também podem contribuir com a purificação da água que atinge os lençóis freáticos. No segundo caso, a água infiltrada pode ser, em cisternas para uso posterior na irrigação e limpeza de ruas e calçadas. A Figura 3.3 apresenta o exemplo de um jardim de infiltração implantado na cidade de Portland, nos EUA.

Figura 3.3 | Exemplo de jardim de infiltração implantado na cidade Portland, EUA



Fonte: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/43/aproveitamentode-agua-na-fonte-pode-diminuir-necessidade-de-exploracao-327106-1.aspx>>. Acesso em: 8 fev. 2017.

Vimos que o sistema de abastecimento de água corresponde a um complexo conjunto de processos e elementos e é fundamental para o desenvolvimento econômico e a saúde pública. Apresenta relações diretas e indiretas com outros subsistemas, como a drenagem pluvial, o esgoto domiciliar e até mês o viário, uma vez

que é projetada em função da implantação das vias. Embora o acesso à infraestrutura de abastecimento de água seja bem desenvolvido no Brasil, problemas como a escassez de água ameaçam a segurança hídrica e requerem novas abordagens para gestão dos recursos hídricos.

Sem medo de errar

Vimos, nesta seção, as principais características relacionadas ao abastecimento de água, em especial às etapas do abastecimento de água, desde a captação até a distribuição. A distribuição corresponde à etapa final do subsistema e pode ser realizado por meio de diferentes tipos de rede. Os problemas relacionados ao abastecimento podem ocorrer tanto em virtude da má gestão dos mananciais quanto a problemas na rede de distribuição, como mal dimensionamento ou problemas na manutenção do sistema.

Seu papel neste momento é ajudar seu escritório a construir um diagnóstico da região selecionada para o concurso da unidade anterior, ampliando o estudo para um raio de 200 m a partir da intersecção principal.

Quais são as características que merecem ser destacadas? Qual é a fonte de abastecimento de água da sua cidade? Existe, ou existiu, algum problema relacionado à escassez de água nessa região? Se sim, quais foram os motivos? Qual é o consumo diário estimado para a região em função da população existente?

Assim como no concurso da unidade anterior, você precisa identificar as informações relativas ao abastecimento de água dessa região, os problemas existentes, os aspectos positivos, conflitos com a legislação e ainda apresentar uma discussão crítica em articulação com os conceitos apresentados na disciplina.

Inicialmente, você pode buscar as informações gerais sobre sua cidade, como o tipo de captação utilizada para o abastecimento, a localização das estações de tratamento, os dados demográficos para previsão do consumo diário de água, a existência de reservatórios etc. Não existe um procedimento padrão, portanto, sua análise pode considerar outros aspectos mais gerais.

É importante que no levantamento dos dados da região, você busque se informar sobre a existência de problemas relacionados ao abastecimento de água, se é oferecida de forma adequada (potável, constantemente e com pressão adequada), se existem outras formas de abastecimento além do sistema convencional e situações de perda e desperdício.

Seu relatório também deve contemplar um posicionamento crítico, apresentando os aspectos positivos e negativos da região em relação ao abastecimento de água. Faça o uso de mapas, esquemas, fluxogramas para ilustrar seu relatório.

Avançando na prática

Um jardim de infiltração para reuso da água de chuva

Descrição da situação-problema

Ao mesmo tempo em que desenvolve a sua análise para o seu escritório, você é encarregado de projetar um jardim de infiltração para reaproveitamento da água de chuva. O projeto deve ser realizado para uma via em que a calçada tenha ao menos 2 m de largura, e o modelo poderá ser empregado em outros locais da cidade. Ao mesmo tempo, você deve respeitar as normas de acessibilidade da NBR9050.

Quais são as características do jardim de infiltração? Como a calçada escolhida pode ser adaptada para comportar esse projeto? Qual é a sua solução de projeto para o local?

Como recurso inicial para os seus estudos, faça uma leitura do Manual de Projetos Técnicos para Jardins de chuva. Disponível em: <http://solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/04/AF_Jardins-de-Chuva-print-digital.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2017.

O seu projeto deve ser apresentado em escala, com ao menos uma planta, duas elevações, um corte (em escala) e uma perspectiva (isométrica ou com pontos de fuga). Todas informações relacionadas às dimensões, escolha dos materiais devem estar descritas no projeto.

Resolução da situação-problema

A função de um jardim de infiltração é contribuir com a drenagem das águas superficiais ao reduzir o seu escoamento. Além disso, uma séria de camadas permite a filtração dessas águas que, em adição a um sistema de armazenamento, podem ser utilizadas para irrigação de plantas, lavagem de superfícies etc. Assim, parte das faixas de serviço das calçadas podem ser utilizadas para abrigar os jardins de infiltração.

Nessa situação, é importante apresentar uma solução de projeto para a calçada em questão, que contemple os jardins de infiltração e garanta a acessibilidade a ela. Para isso, é preciso articular o seu projeto com variáveis, como a dimensão mínima para circulação de pessoas, a existência de garagens, os desníveis, a existência de vagas de estacionamento.

É importante que seu projeto seja tecnicamente viável e contribua positivamente com a paisagem urbana do local. Ele pode ser articulado com a arborização,

bancos e outras propostas que julgar necessário.

Faça valer a pena

1. O bombeamento, por sua vez, permitiu o aumento da capacidade de abastecimento a níveis que o transporte manual jamais conseguiria atingir. Essa foi uma das tecnologias que mais influenciou o aprimoramento dos sistemas ao longo do período seguinte, na Revolução Industrial.

Quais outras tecnologias desenvolvidas ao longo da Revolução Industrial foram importantes para o sistema de abastecimento de água?

- a) O surgimento das cisternas, responsáveis pelo armazenamento das águas de chuva.
- b) O surgimento de tecnologias voltadas à purificação e tratamento de água para consumo, como o uso do filtro lento e o tratamento por clorificação.
- c) O surgimento dos aquedutos, responsáveis pelo transporte de água de rios mais afastados das grandes cidades.
- d) O surgimento dos reservatórios para armazenamento da água tratada.
- e) O surgimento de políticas voltadas ao uso de infraestruturas verdes, para minimização dos impactos da industrialização.

2. A distribuição corresponde à etapa de transporte da água potável até os locais de consumo, continuamente, com qualidade, quantidade e pressão adequadas. Existem dois tipos de tubulações responsáveis pela distribuição da água: as tubulações principais e as tubulações secundárias. Além disso, existem dois tipos de traçados de redes para distribuição da água.

Quais são esses dois tipos de traçados principais?

- a) Rede malhada e rede ramificada.
- b) Rede malhada e rede ramificada sem anel.
- c) Rede malhada e rede quadriculada.
- d) Rede ramificada sem anel e rede ramificada com anel.
- e) Rede quadriculada e rede ramificada.

3. Para atender satisfatoriamente à demanda, é preciso que todos os componentes e etapas do sistema sejam dimensionados de acordo com a vazão desejada. Existem diversas possibilidades referentes às tecnologias e soluções para o abastecimento de água. Fazem parte do sistema de abastecimento de água: as diferentes etapas de coleta, adução, tratamento, armazenamento e distribuição.

A quais etapas correspondem as três descrições abaixo?

(I) Corresponde ao processo fundamental de potabilização realizado nas estações de tratamento de água (ETAs).

(II) Corresponde à etapa de transporte da água potável até os locais de consumo, continuamente, com qualidade, quantidade e pressão adequadas.

(III) Consiste no processo e conjunto de elementos, responsável pelo transporte da água entre as unidades de captação, tratamento, estações elevatórias, reserva e rede de distribuição.

a) (I) Tratamento, (II) Adução, (III) Distribuição.

b) (I) Tratamento, (II) Captação, (III) Distribuição.

c) (I) Tratamento, (II) Distribuição, (III) Captação.

d) (I) Captação, (II) Adução, (III) Distribuição.

e) (I) Tratamento, (II) Distribuição, (III) Adução.

Seção 3.2

Sistema de tratamento de esgoto

Diálogo aberto

Nesta seção, vamos abordar o subsistema de tratamento de esgoto, ou apenas subsistema de esgoto. Inicialmente, nossa discussão será focada nas principais características e na importância desse sistema do ponto de vista sanitário, ambiental e socioeconômico. Em seguida, veremos como funciona o sistema desde a coleta do esgoto até o seu tratamento de disposição final, por meio das soluções coletivas e individuais. Ao final, nos atentaremos às problemáticas contemporâneas e soluções baseadas no conceito de infraestrutura verde.

Para lembrar, seu escritório foi convidado a desenvolver um estudo sobre as condições atuais das redes de abastecimento de água, esgoto e energia elétrica da região escolhida na unidade anterior. Sua função é desenvolver um relatório para cada uma das redes contemplando os dados existentes, com aspectos de desenho urbano, a sustentabilidade urbana e outros.

Seu relatório deve contemplar os dados municipais referentes ao sistema de esgoto, articulando-o com as características do perímetro delimitado na seção anterior.

Nesse sentido, quais dados você acredita serem importantes em relação ao sistema de esgoto da sua cidade? Todo esgoto é coletado? E tratado? Qual o tipo de tratamento realizado na cidade em questão? Quais são as características do perímetro a ser estudado? Ele é conectado ao sistema público? Existem problemas visíveis?

Neste momento, é importante obter o máximo de informações possíveis sobre o local e cidade em questão. Você pode registrar seu levantamento com desenhos, fotografias, medidas, representações gráficas, gráficos etc. Mas lembre-se de incluir uma discussão crítica a partir das informações levantadas.

Não pode faltar

Conceituação e características

Como vimos na seção anterior, a água representa um importante elemento para o funcionamento das cidades, seja para o desenvolvimento econômico seja para o bem-

estar da população. No entanto, ao ser utilizada nas indústrias, comércios, atividades agrícolas e residências, a água incorpora uma série de substâncias que alteram suas características. A partir da sua utilização, ela passa a ser chamada de água residual, esgoto ou águas servidas. Potencial transmissor de doenças e consequente causador de insalubridade, os efluentes precisam ser apropriadamente tratados para retornar ao meio ambiente, garantindo o direito ao Saneamento Básico das populações (FUNASA, 2015).

Em geral, o esgoto domiciliar, ou seja, proveniente do uso doméstico, contém basicamente matéria orgânica e mineral, micro-organismos, como vírus, bactérias e protozoários, e micropoluentes (medicamentos, produtos cosméticos e de limpeza) (UN-WATER, 2015). No caso do esgoto industrial, a sua composição é dependente do tipo de indústria e dos processos industriais, podendo conter produtos químicos ou outras substâncias altamente poluentes e prejudiciais à saúde humana. Esse é um dos motivos pelos quais algumas atividades industriais são obrigadas a tratar as águas residuais antes de enviá-las ao sistema convencional.

A essa altura, já sabemos que o saneamento acompanha a civilização há tempos, com uma grande gama de soluções técnicas, tanto individuais quanto coletivas. Um dos exemplos que merece ser citado é a Cloaca Máxima, da cidade de Roma, construída durante o Império Romano no século VI a.C. Sua função era de drenar tanto as águas residuais quanto as águas superficiais que carregavam o lixo das vias. No entanto, a função da Cloaca Máxima era apenas o de transporte dos resíduos, tendo em vista que não haviam tecnologias suficientes para o seu tratamento.

Com o avanço tecnológico, o sistema de esgotos passa a considerar não apenas a captação e o transporte das águas residuais, mas também o tratamento desse efluente para retorno aos mananciais hídricos. O seu tratamento constitui uma etapa fundamental que visa a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas aquáticos, responsáveis por uma série de serviços fundamentais para o desenvolvimento urbano, produção agrícola e indústrias (UN-WATER, 2015).

As infraestruturas de saneamento, em especial as de esgoto, são reconhecidas por sua importância nos aspectos sanitários, socioeconômicos e ambientais. Do ponto de vista sanitário, a função principal do sistema de saneamento é a de evitar a contaminação dos mananciais e a proliferação de doenças por meio do contato direto com o esgoto ou a ingestão de águas contaminadas. Do ponto de vista socioeconômico, o saneamento contribui para o desenvolvimento econômico ao permitir que os processos industriais não afetem os mananciais, ao garantir a produção de alimentos e, consequentemente, a segurança alimentar da população e, por fim, garantir a segurança hídrica. Além disso, ao evitar a proliferação de doenças, percebe-se uma diminuição de gastos relacionados à saúde pública. Ambientalmente, a gestão adequada das águas residuais garante a manutenção dos mananciais e a biodiversidade dos ecossistemas aquáticos, como já mencionado.

Vale ressaltar, também, que o esgotamento sanitário corresponde a um dos serviços essenciais presentes na Política Federal de Saneamento Básico, Lei 11.445/2007, que o define como um conjunto de “atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente” (BRASIL, 2007).

Componentes / Sistemas de tratamento anaeróbicos e aeróbicos

As águas residuais podem ser classificadas em função da sua procedência, se industrial ou doméstica. Isso porque as alterações físico-químicas e biológicas são diferentes em ambos os casos.

No caso dos esgotos domésticos, podem ser divididos em águas negras, proveniente das instalações sanitárias, e águas cinzas, proveniente de banhos, limpezas e outros usos domésticos. Em geral, como já mencionamos, grande parte da composição do esgoto doméstico é de matéria orgânica e micropoluentes. No caso dos processos industriais, por outro lado, é preciso atentar ao potencial poluidor dos seus efluentes visto que pode conter alta concentração de metais pesados, óleos e graxas, ácidos etc. Por esse motivo, o seu descarte no sistema convencional de esgoto deve ser analisado caso a caso, conforme o tipo de indústria e, caso necessário, deve passar por um processo de pré-tratamento sob responsabilidade da própria indústria (FUNASA, 2015).

Em ambos os casos, é importante que essa água residual seja totalmente isolada do contato direto humano até que seja devidamente tratada. Podemos dizer, portanto, que o objetivo principal do sistema de esgotamento é a disposição final adequada das águas residuais, seja para reuso ou reinserção no meio natural, contemplando, ainda, o seu afastamento do contato humano direto e do meio ambiente além do seu tratamento. Em geral, podemos compreender as etapas do sistema de esgotamento sanitário conforme apresentado pela Figura 3.4.

Figura 3.4 | Etapas do sistema de esgotamento sanitário



Fonte: adaptada de UN-WATER (2015).

Em geral, existem dois sistemas eficazes para a gestão das águas residuais: individuais, in loco; ou coletivas, geralmente por meio de tubulações e com tratamento centralizado.

1. Entendemos por solução individual as medidas que são aplicadas unitariamente resolvendo os resíduos somente daquela unidade. Nesse caso, sugere-se (i) o uso de

privadas higiênicas quando as unidades residenciais estão desconectadas do sistema de abastecimento de água, (ii) o uso do tanque séptico (e suas unidades complementares de tratamento e/ou disposição final), quando as unidades estão conectadas ao sistema de abastecimento de água.

2. Em relação às soluções coletivas, caracterizadas pela constituição de uma infraestrutura mais completa para o transporte do esgoto sanitário, essas podem ser compreendidas pelas soluções aplicadas a um pequeno conjunto de habitações ou estabelecimentos, similares às aplicadas no tratamento individual. No entanto, as soluções convencionalmente adotadas pressupõem a centralização do sistema em função de uma bacia ou sub-bacia hidrográfica, ou de uma região urbana.



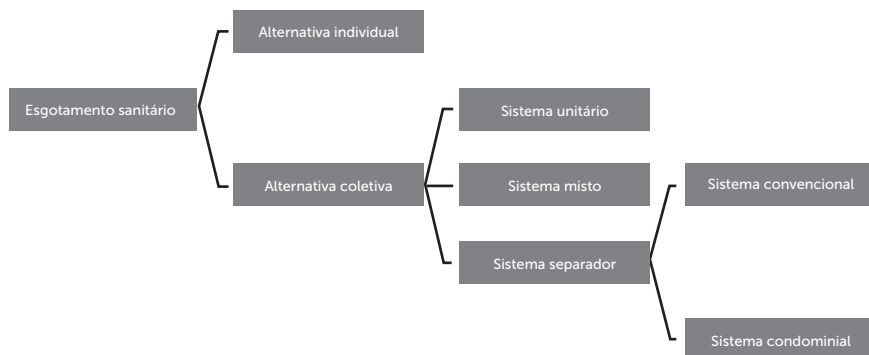
Refleta

Como funciona o sistema de esgoto do local onde você mora? Sua residência é abastecida por um sistema público de coleta? Ou a solução é individual? Qual das duas opções você acredita ser mais eficiente?

Neste momento, focaremos principalmente nas soluções coletivas (baseadas na constituição de uma rede completa de esgotamento).

Como vimos na seção relacionada ao sistema de drenagem pluvial, existem três tipos básicos de sistemas, conforme a Figura 3.5: (i) os sistemas unitários, cujo escoamento das águas residuais é feito em conjunto com a drenagem das águas pluviais, (ii) o sistema separador misto, que coleta a água dos resíduos domésticos e uma parte da água pluvial em uma única canalização e (iii) o sistema separador, que separa a coleta de água pluvial da coleta dos resíduos domésticos, sendo formado por duas canalizações diferentes em diferentes níveis de subsolo. No caso do Brasil, o sistema convencionalmente utilizado é o separador, mesmo sendo possível encontrar exemplos onde o sistema separador misto exista, ainda que em desacordo com a legislação.

Figura 3.5 | Diferentes tipos para a coleta do esgotamento sanitário



Fonte: FUNASA (2015 p. 180).

Podemos compreender que o sistema de esgotamento público convencional contempla os seguintes elementos, conforme o Manual de Saneamento desenvolvido pela FUNASA: “ligação predial, rede coletora e órgãos acessórios, coletor principal, coletor tronco, interceptor, emissário, estação elevatória de esgoto (EEE), estação de tratamento de esgoto (ETE) e dispositivo de lançamento final (...)” (FUNASA, 2015).

Podemos dizer que o sistema de esgotamento tem início a partir do momento em que as águas residuais chegam até a ligação predial, trecho responsável pela conexão entre coletor predial e o coletor de esgoto, localizado fora do lote. A partir desse momento, os coletores (de esgoto e principais) transportam os resíduos até os coletores troncos e os interceptadores, que recebem apenas contribuições de outros coletores (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2013). Segundo a NBR 12207/92, o interceptador corresponde à “Canalização cuja função precípua é receber e transportar o esgoto sanitário coletado, caracterizada pela defasagem das contribuições, da qual resulta o amortecimento das vazões máximas.” (ABNT, 1992)

Os coletores tronco e o interceptador, por sua vez, encaminham as águas residuais até o emissário, a canalização que não recebe contribuições em sua extensão é destinada a transportar o esgoto até um destino adequado, para uma estação elevatória de esgoto (EEE), uma estação de tratamento de esgoto (ETE) ou disposição final.

As estações de tratamento funcionam de acordo com o tipo de esgoto que será tratado. O processo deve assegurar um grau de depuração compatível com a capacidade autodepurativa do corpo d’água receptor. De forma geral, existem três operações unitárias principais no processo de tratamento, podendo ser classificadas em: operações físicas unitárias, processos químicos unitários e processos biológicos unitários. Essas operações se constituem como etapas independentes, sendo que o sistema de tratamento pode ser composto por apenas uma ou pela combinação das diferentes unidades de tratamento (FUNASA, 2015).



Exemplificando

A capacidade autodepurativa corresponde a um processo de restabelecimento de equilíbrio do meio aquático por mecanismos naturais (VON SPERLING, 1995).

O Rio Tietê é um exemplo da capacidade de autodepuração dos rios. Ao percorrer o município de São Paulo, por exemplo, o rio encontra-se em alto nível de poluição. Ao longo do seu percurso, sua capacidade de autodepuração faz com que se torne praticamente limpo a partir de alguns quilômetros de distância. Pesquise mais acessando o material. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/flutuator/noticia/2011/08/relatorio-aponta-pequena-melhora-na-qualidade-de-agua-do-rio-tiete.html>>. Acesso em: 16 fev. 2017.

Além das operações unitárias, o sistema de tratamento também pode ser caracterizado em função do nível de tratamento realizado. Em geral, são definidos quatro níveis principais: o tratamento preliminar, o tratamento primário, o secundário e o terciário. Cada nível corresponde ao tratamento por meio de uma ou da combinação de diversas operações unitárias de tratamento. Em geral, são empregados em função das características do esgoto a ser tratado, das características do corpo receptor e das exigências dos órgãos ambientais. As descrições a seguir contemplam o Manual de Saneamento da FUNASA (2015).

Tratamento preliminar: consiste na separação dos sólidos grosseiros em suspensão e de materiais inertes e pesados, detritos etc. Trata-se da etapa fundamental em qualquer processo de tratamento de esgoto e é empregado, geralmente, nas estações elevatórias para evitar danos aos equipamentos de bombeamento e outros problemas. Nesta etapa, as unidades de tratamento comumente utilizadas são o gradeamento e o desarenador.

Tratamento primário: consiste na remoção dos sólidos em suspensão sedimentáveis. Nesse nível, destacam-se os mecanismos físicos de sedimentação e as etapas de digestão e estabilização da matéria orgânica. A partir do tratamento primário, os efluentes podem ser encaminhados para o tratamento secundário ou ser lançados nos corpos receptores. No entanto, no tratamento primário, as condições do efluente ainda não cumprem o padrão mínimo estabelecido na legislação. Nessa etapa, as unidades principais são o decantador simples, o flotador simples, o precipitador químico, o decanto/digestor conjugado (tanque séptico, tanque "Imhoff").

Tratamento secundário: consiste na remoção de matéria orgânica, micro-organismos e alguns nutrientes. Nessa etapa, predomina o uso de processos biológicos, por meio de reações bioquímicas. Os principais resultados dessa fase, dependendo da tecnologia empregada, é a de remoção entre 60% e 99% da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e coliformes. Em relação às unidades de tratamento, podem ser utilizadas as lagoas facultativas, as lagoas aeradas facultativas, os filtros anaeróbicos, as lagoas anaeróbicas, os sistemas alagados construídos, o filtro biológico percolador e outros.

Tratamento terciário: consiste na remoção final dos poluentes não reduzidos no nível secundário, além de outros componentes não biodegradáveis, poluentes, metais pesados etc. Alguns dos processos mais utilizados são a osmose reversa, troca iônica e eletrodialise para remoção dos sólidos dissolvidos; a filtração terciária, clarificação e filtração adsorviva para remoção de sólidos suspensos; a ozonização, a adsorção em carvão ativado e volatilização para remoção dos compostos orgânicos; as lagoas de maturação, desinfecção por cloração, o dióxido de cloro e radiação UV para remoção dos patogênicos; processos químicos ou biológicos específicos de remoção de nutrientes.

Vale lembrar que os processos acima mencionados podem ser utilizados nas etapas centralizadas de tratamento de esgoto. No caso em que as edificações não são abastecidas pela rede pública de esgoto, recomenda-se o uso de soluções individuais. Essas podem ser divididas entre os domicílios sem abastecimento de água e os domicílios com abastecimento de água. No primeiro caso, as soluções individuais podem ser a privada higiênica com fossa seca, as fossas de fermentação e a privada química. No segundo caso, ou seja, onde existe o abastecimento de água, a opção é o tanque séptico, para tratamento preliminar. Como tratamento complementar e disposição final, indicam-se o sumidouro ou a vala de infiltração (quando as características do solo e do lençol freático permitirem) ou a vala de filtração ou filtro de areia.



Assimile

Vimos, portanto, que o tratamento do esgoto é realizado em unidades de tratamento, sendo que cada uma tem uma função específica no processo. Além disso, existem quatro níveis de tratamento que podem ser empregados individualmente ou em conjunto. Cada nível apresenta um grau específico de tratamento sendo que o terciário consiste no mais completo.

Problemáticas contemporâneas no sistema de esgotamento

Apesar da tecnologia necessária e necessidade de uma rede de esgotamento eficiente, um dos principais problemas relacionados às águas residuais é a abrangência das redes de coleta de esgoto. Segundo os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2014, o Brasil possuía 95% dos domicílios em áreas urbanas com acesso a água, e apenas 56% deles com uma rede de coleta do esgoto sanitário (IBGE, 2015). No caso do tratamento de esgoto, esse número é ainda maior, sendo que, em 2014, apenas 40,8% do esgoto residencial era adequadamente tratado (PORTAL BRASIL, 2016). No mundo, esse número é ainda menor, sendo que cerca de 20% do total de esgoto produzido recebe tratamento adequado (UNESCO, 2012). Os dados da PNAD ainda retratam a desigualdade existente entre as diferentes regiões brasileiras. Na região Norte, por exemplo, apenas 9,9% dos domicílios contavam com acesso ao serviço de coleta de esgoto, enquanto na região Sudeste, esse número é de 83,3%.

Ainda que não exista o atendimento por uma rede pública, os problemas relacionados às más condições sanitárias poderiam ser solucionados se, nesses casos, as edificações fossem atendidas por soluções individuais, exemplificadas anteriormente. No entanto, a falta de mão de obra qualificada, conscientização da população e recursos financeiros podem ser impeditivos para a aplicação dessas soluções, ainda que exista uma legislação ambiental obrigando a sua aplicação.

Entende-se que a dificuldade de acesso às redes de coleta e tratamento de esgoto acarretam em problemas de saúde pública para a parcela mais carente da população, porém a problemática se estende para questões ambientais. O despejo dos efluentes nos cursos d'água, sem tratamento adequado, desequilibra os ecossistemas envolvidos, causando problemas ambientais, como a eutrofização. Além disso, o despejo direto do esgoto nos mananciais acaba impactando a qualidade da água dos mesmos, dificultando a utilização desta para abastecimento posterior.



Pesquise mais

A eutrofização é um processo decorrente da concentração de matéria orgânica nos ecossistemas aquáticos. Pesquise mais sobre os motivos dessa concentração e os seus impactos nesses ecossistemas na página da Agência Nacional de águas. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-estado-trofico.aspx#_ftn3>. Acesso em: 16 fev. 2017.

A situação brasileira em relação à falta de saneamento básico é similar à situação de boa parte dos países em desenvolvimento. Essa situação está constantemente sendo debatida e, em 2010, a ONU - em sua Assembleia Geral - definiu o saneamento básico como um direito humano essencial e desde então têm apoiado iniciativas que lutam para a melhorias e qualidade de vida para esses países. Em contrapartida, os países desenvolvidos, onde grande parte da população é atendida por toda infraestrutura básica de saneamento, têm investido em técnicas alternativas e ambientalmente mais respeitosas para o tratamento de efluentes.

Sustentabilidade e infraestrutura verde: captação e tratamento de esgoto

As práticas sustentáveis buscam reduzir o impacto da ação humana no meio ambiente. Com os avanços tecnológicos, existe atualmente uma vasta gama de tecnologias alternativas para a coleta e tratamento de esgotos. Muitas dessas tecnologias foram pensadas para serem aplicadas na unidade, como sistemas individuais de tratamento de resíduos. Algumas dessas soluções se baseiam na otimização de antigas práticas, como o uso das fossas sépticas. Outras soluções inovadoras integram a infraestrutura verde, a reciclagem de água e de resíduos orgânicos em um só sistema instalado na residência.

Além das soluções, já mencionadas nas seções anteriores, referentes à aplicação de soluções de infraestrutura verde para os sistemas de drenagem e de abastecimento de água, também podemos citar diferentes alternativas, como a biorremediação vegetal (ou fossa verde) e o círculo de bananeiras. No caso da biorremediação vegetal, o processo consiste em uma alternativa de baixo custo para o tratamento dos efluentes. Nesse caso, os nutrientes e a água do efluente são aproveitados para o cultivo de

plantas. Consiste em uma vala em alvenaria impermeabilizada com uma câmara interna, utilizada para captar e escoar o esgoto para a área externa (ainda dentro da vala). Um processo anaeróbico é responsável pelo consumo da matéria orgânica em conjunto com micro-organismos presentes na região as raízes das plantas (FUNASA, 2015). No caso do círculo de bananeiras, o processo complementa o tratamento utilizado nos tanques sépticos e permite a sua disposição final. Trata-se de uma vala em que são colocadas pedras britadas, gravetos e restos de matéria vegetal. As bananeiras são plantadas ao redor e utilizam parte dos nutrientes para seu crescimento.

Outra possível aplicação é o uso de wetlands, termo referente a áreas que ficam parcial ou totalmente inundados durante o ano. Esses ecossistemas variam de acordo com suas características geomorfológicas e suas plantas têm a capacidade de regular o fluxo da água, bem como controlar a qualidade da água. No caso do tratamento de esgoto, esse modelo é reproduzido artificialmente de forma que a vegetação, o solo e outros micro-organismos tratem os efluentes. Além disso, esse sistema exige que seja disposta uma massa verde que pode ser integrada com a paisagem, trazendo as vantagens da infraestrutura verde para os centros urbanos.

Um exemplo de cidade que se dedicou às medidas sustentáveis é Estocolmo, na Suécia, em função de um projeto de transformação do distrito de Hammarby Sjöstad. A região era uma antiga área de uso industrial e portuária, que com o projeto passaria a ser uma área de expansão do centro da cidade. O projeto se iniciou por iniciativa do governo em 1990, e teve a primeira parte concluída em 2011. Interferindo em todos os quesitos de infraestrutura urbana, o projeto criou um modelo integrado para energia, resíduos e gestão de água e esgoto, conhecido como Modelo Hammarby. Como exemplo de um dos processos envolvidos no modelo, citamos o reaproveitamento do calor das águas residuais.

Por fim, além das alternativas para o tratamento dos efluentes, destacamos também o potencial do aproveitamento dos efluentes para uma série de atividades como fonte alternativa de água para agricultura (em períodos de estiagem, por exemplo), de nutrientes, enriquecimento do solo e também como fonte de energia/calor (UN-WATER, 2013).

Vimos que o sistema de esgotamento é extremamente importante para a garantia da saúde pública e preservação dos recursos naturais. Somado aos sistemas de drenagem pluvial e de abastecimento de água, contempla a maior parte dos serviços referentes ao saneamento básico. A essa altura, podemos ter noção da importância de uma visão sistêmica sobre os três sistemas e a importância de uma gestão hídrica adequada.

Sem medo de errar

Seu papel, neste momento, é ajudar seu escritório a construir um relatório técnico (diagnóstico) da região selecionada anteriormente. Você precisa identificar as informações relativas ao sistema de esgoto da região (e do município), juntamente com os problemas atualmente existentes, os aspectos positivos, possíveis conflitos com a legislação e ainda apresentar uma discussão crítica em relação às informações identificadas.

Nesta seção, discutimos, além dos elementos históricos, as características do subsistema de coleta e tratamento de esgoto. Essas características podem ser o ponto de origem para o seu diagnóstico, ou seja, podem servir como um modelo a ser verificado na área em questão e ajudar a responder às questões propostas anteriormente. Por exemplo, é possível identificar como é feita a coleta do esgoto dessa região? Além disso, lembre-se dos questionamentos propostos anteriormente.

Quais dados você acredita serem importantes em relação ao sistema de esgoto da sua cidade? Todo esgoto é coletado? E tratado? Qual o tipo de tratamento realizado na cidade em questão? Quais são as características do perímetro a ser estudado? Ele é conectado ao sistema público? Existem problemas visíveis?

Inicialmente, você pode buscar as informações gerais sobre sua cidade, como a existência de uma rede de esgoto, o percentual captado e tratado, o tipo de tratamento oferecido, o volume de águas residuais gerado etc.

É importante que, ao longo do levantamento de dados, você se informe sobre a existência de problemas relacionados à coleta e ao tratamento do esgoto, ao despejo ilegal de resíduos, à existência de indústrias com geração de efluentes altamente poluentes e ao procedimento adotado nesses casos.

Ao final, seu relatório deve apresentar um posicionamento crítico, apresentando os aspectos positivos e negativos da região. Faça o uso de mapas, esquemas, fluxogramas e outros recursos para ilustrar seu relatório.

Avançando na prática

Um sistema individual de tratamento de esgoto

Descrição da situação-problema

Enquanto desenvolve o seu relatório para apresentar ao escritório, você é convocado para desenvolver um projeto para coleta e tratamento do esgoto em um local não abastecido pelo sistema público. Trata-se de uma área rural, próxima a um importante rio da sua cidade. Os outros profissionais do escritório

identificaram que soluções de infraestrutura verde seriam recomendadas em função das características do solo e do lençol freático.

Neste momento, o seu papel é investigar as possíveis soluções para uma família de quatro pessoas e desenvolver um projeto (em fase de estudo preliminar) para o local. A área consiste em um terreno retangular com 18 m de largura e 25 m de profundidade. A edificação ocupa 30% do terreno. Como não se trata de um projeto executivo, você deve se atentar às características principais da sua solução, ou seja, as etapas, os materiais etc. Sem muita atenção à precisão no dimensionamento.

Qual solução você acredita ser mais viável? Como representar a sua solução? Quais as características essenciais desse projeto?

Como recurso inicial, sugerimos uma leitura do Manual de Saneamento desenvolvido pela Funasa (2015), páginas 191-215.

Disponível em: <goo.gl/hCKmzX>. Acesso em: 16 fe.6 2017.

Resolução da situação-problema

Nesta situação, o mais importante é compreender o funcionamento dos diferentes tipos de soluções possíveis. O resultado pode contemplar o uso de uma solução ou a combinação de duas. Como exemplo, citamos o uso das fossas sépticas combinadas com o círculo de bananeiras. Cabe ao aluno utilizar seu conhecimento técnico para aplicar e desenvolver um esquema representativo da solução.

Para isso, você deve representar a área em questão, escolher um local para implantar a edificação e a sua solução. Represente sua proposta em plantas baixas, cortes, vistas e perspectivas.

Faça valer a pena

1. O saneamento acompanha a civilização há tempos, com uma grande gama de soluções técnicas, tanto individuais quanto coletivas. Um dos exemplos que merece ser citado é a Cloaca Máxima, da cidade de Roma, construída durante o Império Romano no século VI a.C.

Em relação à Cloaca Máxima, qual era a sua função durante do Império Romano?

a) Sua função era de oferecer uma alternativa de tratamento, tanto para as águas residuais quanto para as águas superficiais que carregavam o

lixo das vias.

b) Sua função era de drenar tanto as águas residuais quanto as águas superficiais que carregavam o lixo das vias. No entanto, a função da Cloaca Máxima era apenas o transporte dos resíduos, tendo em vista que não havia tecnologias suficientes para o seu tratamento.

c) Sua função era de complementar o papel desempenhado pelo aqueduto, uma vez que, com o crescimento populacional, o abastecimento de água foi prejudicado. Neste caso, a Cloaca Máxima servia como um reservatório de água potável para uso em momentos de escassez.

d) A Cloaca Máxima funcionava como uma espécie de reservatório do sistema de esgotos, sendo esvaziada periodicamente.

e) Sua função é a mesma desempenhada pelo que conhecemos como fossa séptica. A Cloaca funcionava como um receptor das águas residuais e oferecia um tratamento preliminar para posterior disposição adequada.

2. Além das operações unitárias, o sistema de tratamento também pode ser caracterizado em função do nível de tratamento realizado. Em geral, são definidos quatro níveis principais: o tratamento preliminar, o tratamento primário, o secundário e o terciário.

Em geral, qual a função desempenhada pelo tratamento no nível terciário?

a) Consiste na separação dos sólidos grosseiros em suspensão e de materiais inertes e pesados, detritos etc.

b) Consiste na remoção dos sólidos em suspensão sedimentáveis.

c) Consiste na remoção de matéria orgânica, micro-organismos e alguns nutrientes.

d) Consiste no último nível do sistema de esgoto, ou seja, no lançamento do efluente tratado no corpo receptor.

e) Consiste na remoção final dos poluentes não reduzidos no nível secundário, além de outros componentes não biodegradáveis, poluentes, metais pesados etc.

3. Podemos compreender que o sistema de esgotamento público convencional contempla os seguintes elementos, conforme o Manual de Saneamento desenvolvido pela FUNASA: "ligação predial, rede coletora e órgãos acessórios, coletor principal, coletor tronco, interceptor, emissário, estação elevatória de esgoto (EEE), estação de tratamento de esgoto (ETE) e dispositivo de lançamento final (...)" (FUNASA, 2015).

As características a seguir correspondem a quais elementos da rede de esgoto?

(I) Canalização que não recebe contribuições em sua extensão e destinada a transportar o esgoto até um destino adequado.

(II) Canalização responsável pelo transporte dos resíduos até os coletores troncos e os interceptadores.

(III) Canalização responsável por encaminhar as águas residuais até o emissário.

a) (I) Ligação predial (II) Emissário (III) coletor tronco e/ou interceptador.

b) (I) Coletor tronco (II) Emissário (III) coletor principal.

c) (I) Emissário (II) ligação predial (III) coletor tronco e/ou interceptador.

d) (I) Emissário (II) Coletor principal (III) coletor tronco e/ou interceptador.

e) (I) Ligação predial (II) Coletor tronco e/ou interceptador (III) Emissário.

Seção 3.3

Sistema de energia elétrica

Diálogo aberto

Nesta seção, vamos abordar o subsistema de energia elétrica. Inicialmente, faremos uma breve discussão dos processos históricos que levaram o Brasil a apresentar as características atuais referentes ao abastecimento de energia elétrica. Em seguida, discutiremos os diferentes tipos de geração de energia que compõem a matriz energética brasileira e suas principais características. Também discutiremos os tipos de rede aéreo e subterrâneo, os problemas atuais referentes a esse tipo de infraestrutura e alternativas sustentáveis.

Para lembrar, seu escritório foi convidado a desenvolver um estudo sobre as condições atuais das redes de abastecimento de água, esgoto e energia elétrica da região escolhida, na unidade anterior. Sua função é desenvolver um relatório para cada uma das redes contemplando os dados existentes, com aspectos de desenho urbano, a sustentabilidade urbana e outros.

Seu relatório deve contemplar os dados municipais referentes ao abastecimento de energia elétrica articulando-o com as características do perímetro delimitado na seção anterior.

Nesse sentido, quais dados você acredita serem importantes em relação ao sistema de energia elétrica do município em questão? De onde vem a energia elétrica utilizada no município? Quem é responsável pela distribuição? Como é feita a distribuição na área em questão? Qual o tipo de rede empregado? Quais são as características do perímetro a ser estudado? Existem problemas relacionados à arborização urbana? Algum problema que possa causar acidentes?

Neste momento, é importante obter o máximo de informações possíveis sobre o local e sobre a cidade em questão. Você pode registrar seu levantamento com desenhos, fotografias, medidas, representações gráficas, gráficos etc. Mas lembre-se de incluir uma discussão crítica a partir das informações levantadas.

Como se trata da última seção desta unidade, você deve compilar todas as informações levantadas nas Seções 3.1, 3.2 e 3.3, em forma de um relatório final para apresentação à empresa.

Não pode faltar

Os estudos e inventos relacionados à eletricidade remontam o início do século XVII e contemplam nomes como o de Otto von Guericke e Charles Du Fay. No entanto, talvez o nome mais lembrado desse processo histórico seja o de Benjamin Franklin. No século XVIII, Franklin conduziu vasta pesquisa para provar que os raios consistiam, na verdade, em um fenômeno elétrico, sendo considerado também o inventor do para-raios. Outro nome de destaque é o de Michael Faraday. As descobertas de Faraday levaram ao surgimento dos primeiros geradores elétricos (FORRESTER, 2016).

Essas tecnologias resultam na geração e na transmissão da energia elétrica, e, portanto, possibilitam a aplicação da eletricidade em diferentes atividades. Uma delas é criação da iluminação elétrica e comercialização das primeiras lâmpadas incandescentes, por John W. Starr e Thomas Edison (FORRESTER, 2016).

No Brasil, o uso da energia elétrica está relacionado com os avanços tecnológicos tardios de suas indústrias e ao consequente desenvolvimento dos centros urbanos, concentrados, em um primeiro momento, próximos à capital da época, o Rio de Janeiro. As primeiras experiências brasileiras no uso de energia elétrica ocorreram ao final do século XIX, na cidade do Rio de Janeiro, com a instalação do Serviço Permanente de Iluminação Interna, da estação central da ferrovia Dom Pedro II, a Central do Brasil. Já em 1883, na cidade de Niterói, é inaugurada a primeira linha brasileira de Bondes Elétricos. O uso da energia elétrica no Brasil foi basicamente dedicado à implementação de soluções voltadas aos serviços urbanos (GOMES et al., 2002).

Ainda em 1883, no município de Diamantina em Minas Gerais, foi construída a primeira hidrelétrica brasileira. Em seguida, duas outras hidrelétricas foram construídas nos anos seguintes, transformando as usinas hidrelétricas a principal fonte de energia elétrica do país. Entre 1883 e 1900, a capacidade instalada no Brasil aumentou de 61kW para 10850kW, e desse total, metade era gerado por hidrelétricas (GOMES et al., 2002).

O aumento na produção de energia elétrica é continuado ao longo do século XX e influenciado, principalmente, pela chegada de concessionárias estrangeiras a partir da década de 1910. Sem controle do governo, os lucros das empresas concessionárias eram exorbitantes até que em 1934, com a promulgação do Código das Águas, a situação é revertida (LORENZO, 2002). O Código estabelecia, principalmente, a regulamentação sobre a propriedade das águas e sua utilização, a outorga das autorizações e concessões para exploração dos serviços de energia elétrica e os critérios de determinação das tarifas desses serviços (BRASIL, 1934).

Ao longo das décadas de 1940 e 1970, existiu uma forte intervenção do Estado na infraestrutura de energia elétrica, culminando no surgimento de uma série de

empresas estatais, como a Eletrobrás, em 1961. Com o golpe militar de 1964, a presença do Estado no setor elétrico é fortalecida. O otimismo econômico da década de 1970 contribui com a sua expansão até que no início dos anos 1980, a elevação das taxas de juros do mercado externo e as crises do petróleo resultam em um processo inflacionário e de crescimento da dívida externa brasileira (LORENZO, 2002). A solução adotada ao longo dos anos 1990 é o programa de desestatização, visando aumentar os recursos para o tesouro nacional e solucionar o problema das empresas estatais. E, em 1996, é estabelecida a Agência Nacional de Energia Elétrica, por meio da Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, responsável pela regularização e fiscalização da infraestrutura de energia elétrica, contemplando a “produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal.” (BRASIL, 1996, Art. 2º). Atualmente, o setor de energia é composto tanto por empresas privadas quanto públicas.

A rede de energia elétrica brasileira é abastecida por 4.628 empreendimentos. O Quadro 3.2 apresenta o número dos empreendimentos em operação no início de 2017, o tipo de geração e a potência fiscalizada (comercializada).

Quadro 3.2 | Matriz energética brasileira em quantidade de centrais e usinas produtoras e potência fiscalizada

Tipo	Quantidade	Potência Fiscalizada (kW)	%
Central Geradora Hidrelétrica	586	485.801	0,32
Central Geradora Eolielétrica	414	10.439.542	6,89
Pequena Central Hidrelétrica	439	4.936.727	3,26
Central Geradora Solar Fotovoltaica	42	23.008	0,02
Usina Hidrelétrica	219	92.605.229	61,11
Usina Termelétrica	2.926	41.049.194	27,09
Usina Termonuclear	2	1.990.000	1,31
Total	4.628	151.529.501	100

Fonte: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 8 fev. 2017.



Pesquise mais

Para saber mais sobre a capacidade de geração de energia elétrica do Brasil, acesse a página do Banco de Informações de Geração da ANEEL. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

O quadro indica a predominância da geração de energia por fontes hidráulicas, ou seja, por meio das usinas hidrelétricas, pequenas centrais hidrelétricas ou ainda centrais geradoras hidrelétricas. No entanto, em termos de número, as usinas termelétricas

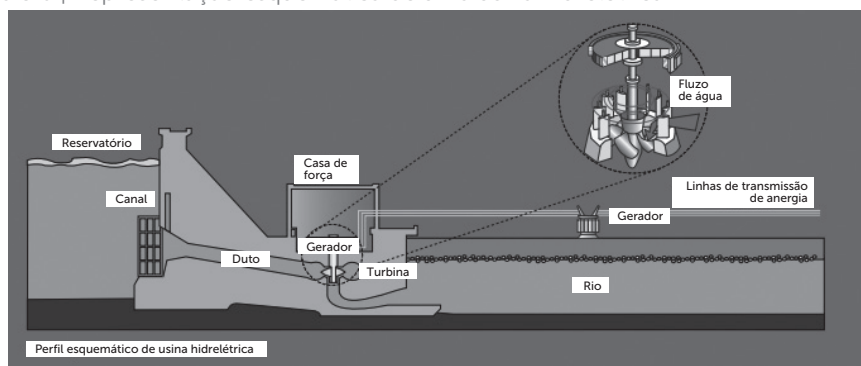
correspondem a mais da metade dos empreendimentos em operação (2.926). Vale destacar também o crescimento recente dos empreendimentos de fonte eólica, que correspondem a 6,89% da potência fiscalizada.

Componentes e materiais: produção e sistemas de transmissão

A infraestrutura de energia elétrica pode ser dividida em três etapas fundamentais: a geração, a transmissão e a distribuição de energia elétrica. Juntas, essas etapas são responsáveis por captar a energia primária e transformá-la em energia elétrica, transportá-la até as subestações de distribuição e distribuí-las para o consumo em residências, indústrias e para os serviços públicos. Para a geração de energia elétrica, é necessário o uso de um tipo de fonte primária. A escolha dessa fonte varia de acordo com os recursos disponíveis, com a localidade desses recursos, a viabilidade de transmissão, aspectos geomorfológicos e as questões socioeconômicas e ambientais. No Brasil, as usinas hidrelétricas constituem as principais geradoras de energia elétrica. Neste momento, destacaremos os processos de geração nas usinas hidrelétricas e térmicas e nas centrais eólicas.

Usinas hidrelétricas: geram energia a partir da força das águas de um rio e, portanto, sua viabilidade depende inteiramente da geografia local. A usina é composta por uma barragem que interrompe o curso natural do rio e cria um reservatório. Ao permitir o fluxo da água armazenada (energia potencial), para a casa de força, o seu movimento aciona as turbinas, transformando a energia potencial em energia cinética. As turbinas, por sua vez, são conectadas a um gerador elétrico, responsável por transformar a energia cinética em energia elétrica. A água é então direcionada de volta para o rio enquanto a energia elétrica é transmitida para as centrais. Apesar de ser considerada uma fonte limpa de geração de energia, as hidrelétricas apresentam uma série de impactos ambientais causados principalmente pela construção de barragens e alteração do curso natural do rio. A Figura 3.6 mostra o perfil esquemático de uma usina hidrelétrica.

Figura 3.6 | Representação esquemática de uma usina hidrelétrica



Fonte: Aneel (2008 p. 50).

Usinas termelétricas: geram energia elétrica a partir da combustão de combustíveis fósseis, biomassa ou pela energia térmica liberada em reações nucleares. Podemos dizer que as usinas nucleares correspondem a um tipo peculiar de usina termelétrica e por esse motivo trataremos inicialmente das usinas termelétricas convencionais.

O processo de geração se inicia com a queima de combustíveis fósseis ou biomassa. O calor transforma a água em vapor, que aciona as turbinas. Embora o funcionamento de uma usina termelétrica seja similar, independentemente do tipo de combustível, os impactos ambientais, resultantes da emissão de gases poluentes, variam conforme a matéria-prima utilizada.

Centrais eólicas: utilizam a força dos ventos para gerar energia elétrica. A geração ocorre com o movimento do vento, provocado pela dinâmica das correntes de ar da atmosfera, em contato com as hastes dos cata-ventos. Apesar da sua eficiência e da disponibilidade desses recursos, esse tipo de processo para geração de energia ainda é economicamente mais caro. No entanto, seu custo de implantação tem diminuído ao longo dos últimos anos (BBC, 2015). É considerada uma fonte limpa e com poucos impactos ambientais, relacionados principalmente à geração de ruídos, mortalidade de aves e interferência eletromagnética.

Além dos exemplos descritos, merece destaque também a geração de energia por meio de painéis fotovoltaicos, conhecida por energia solar. Neste caso, o processo de geração de energia elétrica se dá a partir da conversão de luz em eletricidade.

Portanto, a matriz energética do Brasil contempla os diferentes recursos e consequentemente sistemas de geração de energia. A partir da sua geração, a energia elétrica é transmitida por meio de cabos de alta tensão até as subestações das distribuidoras (podendo haver fases intermediárias nesse processo). Nesse momento, a tensão é rebaixada para ser, então, distribuída para o consumo nas cidades. O sistema de distribuição, por sua vez, é composto pelos fios de distribuição, postes e transformadores. Os transformadores reduzem novamente a tensão para 127 volts ou 220 volts, de forma que a energia elétrica possa, então, ser utilizada por residências, comércios etc. Vale lembrar que algumas indústrias operam com tensões mais elevadas e, em alguns casos, recebem a energia diretamente das subestações.



Assimile

Portanto, a geração de energia pode acontecer a partir de diferentes fontes primárias. Cada fonte determina um tipo de infraestrutura para a geração. Temos como exemplo as usinas hidrelétricas, termoeletricas, eólicas e solar fotovoltaicas. Uma vez gerada, a energia elétrica é transmitida para as subestações e distribuídas para o consumo.

Usinas termelétricas: geram energia elétrica a partir da combustão de combustíveis fósseis, biomassa ou pela energia térmica liberada em reações nucleares. Podemos dizer que as usinas nucleares correspondem a um tipo peculiar de usina termelétrica e por esse motivo trataremos inicialmente das usinas termelétricas convencionais.

O processo de geração se inicia com a queima de combustíveis fósseis ou biomassa. O calor transforma a água em vapor, que aciona as turbinas. Embora o funcionamento de uma usina termelétrica seja similar, independentemente do tipo de combustível, os impactos ambientais, resultantes da emissão de gases poluentes, variam conforme a matéria-prima utilizada.

Centrais eólicas: utilizam a força dos ventos para gerar energia elétrica. A geração ocorre com o movimento do vento, provocado pela dinâmica das correntes de ar da atmosfera, em contato com as hastes dos cata-ventos. Apesar da sua eficiência e da disponibilidade desses recursos, esse tipo de processo para geração de energia ainda é economicamente mais caro. No entanto, seu custo de implantação tem diminuído ao longo dos últimos anos (BBC, 2015). É considerada uma fonte limpa e com poucos impactos ambientais, relacionados principalmente à geração de ruídos, mortalidade de aves e interferência eletromagnética.

Além dos exemplos descritos, merece destaque também a geração de energia por meio de painéis fotovoltaicos, conhecida por energia solar. Neste caso, o processo de geração de energia elétrica se dá a partir da conversão de luz em eletricidade.

Portanto, a matriz energética do Brasil contempla os diferentes recursos e consequentemente sistemas de geração de energia. A partir da sua geração, a energia elétrica é transmitida por meio de cabos de alta tensão até as subestações das distribuidoras (podendo haver fases intermediárias nesse processo). Nesse momento, a tensão é rebaixada para ser, então, distribuída para o consumo nas cidades. O sistema de distribuição, por sua vez, é composto pelos fios de distribuição, postes e transformadores. Os transformadores reduzem novamente a tensão para 127 volts ou 220 volts, de forma que a energia elétrica possa, então, ser utilizada por residências, comércio etc. Vale lembrar que algumas indústrias operam com tensões mais elevadas e, em alguns casos, recebem a energia diretamente das subestações.



Assimile

Portanto, a geração de energia pode acontecer a partir de diferentes fontes primárias. Cada fonte determina um tipo de infraestrutura para a geração. Temos como exemplo as usinas hidrelétricas, termoeletricas, eólicas e solar fotovoltaicas. Uma vez gerada, a energia elétrica é transmitida para as subestações e distribuídas para o consumo.

Outra característica importante da infraestrutura de energia elétrica do Brasil é o Sistema Integrado Nacional (SIN). Ele consiste na integração e operação coordenada da geração e distribuição de energia elétrica, permitindo, por exemplo, a troca da energia elétrica entre diferentes regiões do país. Esse aspecto é muito importante em momentos de estiagem, por exemplo, quando a capacidade de produção de energia de uma região é significativamente reduzida (MASCARÓ; YOSHINAGA, 2013).

Redes aéreas - posteamento e redes subterrâneas

Um componente fundamental para o funcionamento do sistema são as redes de transmissão e as redes de distribuição. Essas linhas, como mencionado anteriormente, são preparadas para transportar das correntes mais altas (transmissão) até as mais baixas (distribuição). Assim, dependendo da quantidade da tensão transmitida nas redes, essas sofrerão variações em relação ao tipo de material utilizado e aspectos relacionados à sua instalação. Em relação ao cabeamento, os materiais comumente utilizados são os cabos de alumínio e cabos de cobre. A escolha por um ou por outro varia em relação ao custo, resistência elétrica e maleabilidade, além de outras questões mais específicas, como sua resistência à maresia. No entanto, é comum que os cabos de alumínio sejam comumente empregados nas redes de alta tensão, em virtude do menor custo e peso. Os cabos de cobre, por sua vez, são encontrados nas instalações elétricas prediais, visto que são mais resistentes à oxidação e corrosão, por exemplo.

O posicionamento das redes de distribuição pode ser aéreo ou subterrâneo, porém essa escolha remete a uma série de outras questões técnicas e urbanísticas.

As redes aéreas são aquelas instaladas acima da superfície terrestre e, portanto, necessitam de estruturas para suporte. Atualmente, a alternativa mais usual no Brasil é a utilização de postes para esse suporte. O posteamento normalmente utiliza estruturas de concreto com seção circular, ou madeira, variando sua altura de acordo com a quantidade de corrente transmitida. As linhas aéreas podem ser classificadas em: rede de distribuição aérea convencional, rede de distribuição aérea compacta e rede de distribuição aérea isolada.

Essas estruturas, além de apresentarem um alto grau de periculosidade por causa da exposição da rede às intempéries do ambiente, também devem ser corretamente instaladas, pois permitem o contato direto com meio construído, aumentando o risco de acidentes. No entanto, essa solução pode ser implantada antes da conclusão dos edifícios, o que é benéfico para as empresas construtoras.

Do ponto de vista urbanístico e de paisagem urbana, as linhas aéreas acabam constituindo-se como um elemento de poluição visual, por conta da quantidade de cabos (não apenas de energia, mas também de informação e comunicação)

e outros elementos aparentes. Outro problema é a interação dessa infraestrutura com a arborização nos passeios. Esse contato pode gerar curto-circuito na rede elétrica, por conta de tempestades, ventos ou outras intempéries.



Pesquise mais

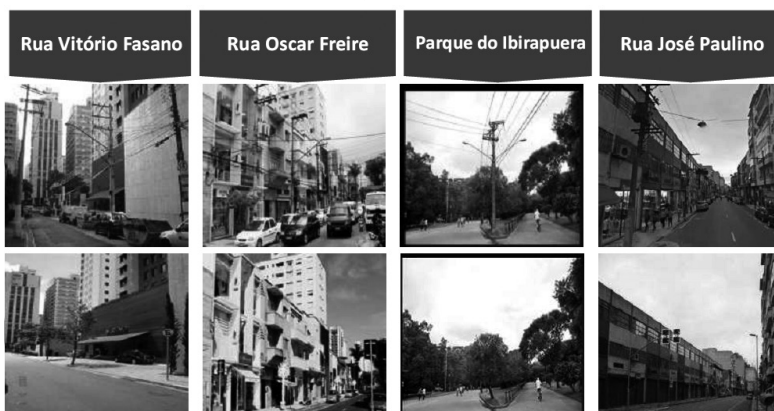
A relação harmoniosa entre as redes de distribuição de energia elétrica e a arborização é um elemento de extrema importância a ser considerado em projetos. Pesquise mais sobre os critérios adequados e também sobre os diferentes tipos de redes aéreas mencionados (rede de distribuição aérea convencional, rede de distribuição aérea compacta e rede de distribuição aérea isolada). Como sugestão, sugerimos o Manual de arborização urbana e O Manual de Projetos de Redes de Distribuição.

Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2015/03/MANUAL-ARBORIZACAO_22-01-15_.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2017.

Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Clientes/Paginas/manual_part.aspx>. Acesso em: 18 fev. 2017.

As redes subterrâneas, por sua vez, apresentam menor risco de acidentes, maior confiabilidade na transmissão de energia e contribuem com a paisagem urbana, conforme podemos identificar na Figura 3.7. Esse modelo é empregado principalmente em países desenvolvidos, como no Canadá, Austrália e diversos países da Europa. No entanto, é possível encontrar alguns exemplos nas cidades brasileiras. Seu custo elevado ainda é um impeditivo para sua implantação em larga escala.

Figura 3.7 | Exemplos de alteração na paisagem urbana a partir do uso de redes subterrâneas



Fonte: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Palestra_3_AES%20Eletropaulo.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2017.

Problemáticas contemporâneas: sustentabilidade aplicada ao consumo de energia elétrica predial e coletivo.

O processo de geração de energia e a instalação de usinas apresentam significativos impactos ambientais, decorrentes da emissão de poluentes, consumo de recursos naturais não renováveis, mudanças nos cursos naturais dos rios (no caso das usinas hidrelétricas), deslocamento de comunidades, entre outros. O sistema elétrico e de calefação, por exemplo, contribuíram com cerca de 75% das emissões de gases de efeito estufa, do total do sistema energético (considerando o uso combustíveis, refino de petróleo etc.) (IPCC, 2014).

Atualmente, podemos dizer que existem dois problemas principais relacionados ao abastecimento de energia elétrica no mundo (SE4ALL, 2015): (1) garantir o acesso universal e (2) construir modelos mais eficientes e menos poluentes.

Estima-se que no mundo, cerca de 1.5 bilhão de pessoas não tenha acesso à energia elétrica e outro 1 bilhão têm acesso a fontes não confiáveis de abastecimento (AGECC, 2010). A rede brasileira, no entanto, atende 95% da população, consagrando o serviço de energia elétrica como o mais universalizado dentre aqueles vistos como básicos (saneamento, transporte, telecomunicação e energia). O déficit desse serviço está diretamente relacionado com a localização e a dificuldade de se conectar certas regiões à rede. Além disso, em virtude da sua dependência nas fontes hídricas de geração de energia, períodos de seca afetam não apenas o abastecimento de água, mas também a geração de energia. Em 2015, por exemplo, o Brasil sofreu uma grave crise no abastecimento de energia elétrica e vivenciou um alto aumento das tarifas no setor. Destacamos, porém, que o principal motivo que levou à crise foi a falta de planejamento, conforme afirma Adriano Pires, professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro em entrevista ao GLOBO (O GLOBO, 2015).

O relatório do Conselho de Energia e Mudanças Climáticas da ONU (AGECC) apresenta como objetivos a serem atingidos em 2030: (i) acesso universal a serviços de abastecimento de energia modernizados e (ii) diminuição da intensidade energética em 40%. Entende-se por intensidade energética, a razão entre o consumo energético e o PIB de determinado país. Quanto menor o uso de energia por unidade monetária, maior é a eficiência econômica.

Para isso, é proposta uma série de ações voltadas principalmente ao uso de fontes mais sustentáveis e adequadas ao contexto geográfico de cada local. Dentre as possibilidades de fontes alternativas de geração de energia, destacamos a solar e eólica. Ambas se utilizam de fontes renováveis para a geração de energia elétrica e com mínimo impacto referente à emissão de gases do efeito estufa.

Além do desenvolvimento de novas tecnologias para a geração de energia elétrica, é fundamental levar em consideração o papel das edificações nesse processo. Os

edifícios consomem cerca de 50% da energia gerada no Brasil (MME, s.d.). Dessa forma, o projeto arquitetônico pode impactar diretamente no consumo de energia elétrica de uma edificação. Um processo de projeto que leve em consideração estratégias bioclimáticas, por exemplo, por contribuir com a redução no consumo de energia nos edifícios, ao otimizar tanto a ventilação quanto a iluminação natural e atingir o conforto térmico da edificação. Além disso, outra opção é o emprego de tecnologias que reduzam a dependência da rede elétrica convencional, como é o caso da energia solar para o aquecimento de água.



Exemplificando

Imagine que um projeto arquitetônico foi pensado de modo a otimizar a iluminação natural. Dessa forma, ao longo do dia, não é necessário o uso de iluminação artificial para as atividades cotidianas.

Atualmente, o emprego de painéis fotovoltaicos para a geração de energia elétrica na edificação também é uma opção a ser considerada, ainda que apresente altos custos iniciais de investimento. Importante ressaltar que, desde 2012, com a aprovação da Resolução Normativa nº482/2012 (ANEEL, 2012) que permite ao consumidor brasileiro gerar sua própria energia elétrica, por meio de fontes renováveis, e fornecer o excedente para a rede de distribuição da sua região. A micro e minigeração de energia elétrica constituem-se como importantes avanços para garantir a segurança no abastecimento de energia elétrica com a minimização dos impactos ambientais.



Refleta

Imagine as mudanças na paisagem urbana e no sistema de energia elétrica com o aumento dos sistemas de microgeração de energia elétrica. Quais as transformações você acha que ocorreriam? Seriam benéficas?

Destacamos, por último, os smart grids ou rede elétrica inteligente. Trata-se de um tópico que será abordado com maior profundidade na Unidade 4. As redes elétricas inteligentes consistem em redes que se utilizam de tecnologias de informação e comunicação para monitoramento e controle da distribuição de eletricidade em tempo real, com fluxo bidirecional de energia e informações. Seus componentes principais consistem nos sistemas de medição, automação e interação (MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2014).

Vimos que o sistema de geração e abastecimento de energia elétrica no país é bastante desenvolvido em termos de alcance, compreendendo quase a totalidade da população brasileira. No entanto, ainda existem problemas relacionados à matriz

energética e dependência de fontes não limpas, como as usinas termelétricas. Trata-se de uma das principais infraestruturas e de extrema importância para o desenvolvimento econômico e funcionamento das outras infraestruturas, como nas estações de tratamento de água e esgoto, nas redes de comunicação e informação e nos sistemas de transporte.

Sem medo de errar

Seu papel, neste momento, é de ajudar seu escritório a construir um relatório técnico (diagnóstico) da região selecionada anteriormente. Você precisa identificar as informações relativas ao sistema de energia elétrica da região (e do município), juntamente com os problemas atualmente existentes, os aspectos positivos e ainda apresentar uma discussão crítica em relação às informações identificadas.

Quais dados você acredita serem importantes em relação ao sistema de energia elétrica do município em questão? De onde vem a energia elétrica utilizada no município? Quem é responsável pela distribuição? Como é feita a distribuição na área em questão? Qual o tipo de rede empregado? Quais são as características do perímetro a ser estudado? Existem problemas relacionados à arborização urbana? Algum problema que possa causar acidentes?

Inicialmente, você deve buscar as informações referentes ao abastecimento de energia elétrica do município nas companhias de distribuição. A partir desse levantamento inicial é possível identificar qual a principal fonte de geração energia, quais os problemas atualmente existentes, falhas no sistema etc.

Você deve complementar seu relatório com um diagnóstico do local selecionado anteriormente. Dados referentes ao tipo de rede utilizado na distribuição, problemas em relação à interação das redes com a arborização urbana, problemas de poluição visual e outros devem ser destacados no seu relatório.

Ao final, seu relatório deve apresentar um posicionamento crítico, apresentando os aspectos positivos e negativos da região. Faça o uso de mapas, esquemas, fluxogramas e outros recursos para ilustrar seu relatório.

Nesta última etapa, você deve compilar todos os dados obtidos nas seções anteriores e entregar uma versão final. A estrutura do seu relatório pode contemplar cinco capítulos principais. O primeiro, dedicado à introdução sobre o local selecionado, apontando as suas principais características e localização. Os capítulos 2, 3 e 4 devem ser direcionados à construção do diagnóstico da área referente ao abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto e distribuição de energia elétrica. Por fim, um capítulo final deve apresentar uma discussão sobre os dados e informações encontradas e um posicionamento crítico.

Avançando na prática

Uma paisagem mais limpa

Descrição da situação-problema

Visto que agora você tem um bom conhecimento sobre o subsistema de energia elétrica, você foi convidado para desenvolver um projeto de desenho urbano para uma rua, na área central da sua cidade. O propósito desse projeto é melhorar a qualidade visual da rua, em especial no que diz respeito à rede de distribuição de energia elétrica. Esse é um dos problemas mais comentados pelos frequentadores e comerciantes do local.

Para isso, escolha uma rua em que a rede de distribuição é aérea e faça uma leitura inicial desse local a partir dos seus conhecimentos como arquiteto. Em seguida, desenvolva uma proposta para melhoria do local, utilizando-se das redes subterrâneas. Além disso, sua proposta deve contemplar também uma nova proposta para as calçadas e de infraestrutura verde para drenagem pluvial, articulando o conhecimento adquirido nesta seção com a das seções anteriores. Não se trata de um projeto executivo, por isso você deve se atentar às características principais da sua solução, ou seja, as etapas, os materiais etc., mas com dimensionamento e escala adequados. Ao final, apresente uma perspectiva mostrando o “antes” e o “depois” da via em questão.

Quais soluções você acredita serem adequadas para o caso em questão? Como representar a sua solução? Quais as características essenciais desse projeto? Quais características de arborização você pode utilizar? Como articular as propostas de calçada, infraestrutura verde e redes subterrâneas?

Resolução da situação-problema

Nesta situação, o mais importante é compreender a articulação entre os diferentes subsistemas em uma mesma proposta de projeto. A solução deve incluir, além das redes subterrâneas, o desenho de calçadas, conforme a NBR 9050, e uma solução de infraestrutura verde voltada à drenagem pluvial. O manual de arborização apresentado ao longo do conteúdo teórico pode fornecer subsídios importantes para a definição da vegetação.

O projeto deve ser representado em plantas baixas, cortes, vistas e perspectivas em escala.

Faça valer a pena

1. Em 1996, é estabelecida a Agência Nacional de Energia Elétrica, por meio da Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, responsável pela regularização e fiscalização da infraestrutura de energia elétrica. Atualmente, o setor de energia é composto tanto por empresas privadas quanto públicas.

Em relação à matriz energética brasileira, podemos dizer que:

- a) A principal fonte de geração de energia elétrica no país são as usinas hidrelétricas.
- b) A principal fonte de geração de energia elétrica no país são as usinas nucleares.
- c) A principal fonte de geração de energia elétrica no país são as usinas termelétricas.
- d) A principal fonte de geração de energia elétrica no país são as usinas eólicas.
- e) A principal fonte de geração de energia elétrica no país são as usinas solares.

2. O processo de geração se inicia com a queima de combustíveis fósseis ou biomassa. O calor transforma a água em vapor que aciona as turbinas. O funcionamento desse tipo de usina é similar, independentemente do tipo de combustível utilizado.

Sobre esse processo de geração de eletricidade, podemos afirmar que:

- a) Ocorre nas usinas nucleares e é menos poluente do que as usinas hidrelétricas.
- b) Ocorre nas usinas termelétricas e é menos poluente do que as usinas hidrelétricas.
- c) Ocorre nas usinas termelétricas e é mais poluente do que as usinas hidrelétricas.
- d) Ocorre nas usinas hidrelétricas e é menos poluente do que as usinas eólicas.
- e) Ocorre nas usinas termelétricas e é menos poluente do que as usinas eólicas.

3. As redes aéreas são aquelas instaladas acima da superfície terrestre e, portanto, necessitam de estruturas para suporte. Atualmente, a alternativa mais usual no Brasil é a utilização de postes para esse suporte.

O posteamento normalmente utiliza estruturas de concreto com seção circular, ou madeira, variando sua altura de acordo com a quantidade de corrente transmitida, pois é menos poluente do que as usinas eólicas.

Sobre as redes aéreas, podemos afirmar que:

a) Existe apenas um tipo de rede aérea, conhecida como rede aérea convencional. Trata-se de uma solução economicamente mais barata, mas resulta na poluição visual urbana.

b) Existem diversos tipos de redes aéreas, como a rede de distribuição aérea convencional, rede de distribuição aérea compacta e rede de distribuição aérea isolada. Trata-se de uma solução economicamente mais barata. No entanto, resulta na poluição visual urbana e é menos segura do que a rede subterrânea.

c) Existem diversos tipos de redes aéreas, como a rede de distribuição aérea convencional, rede de distribuição aérea compacta e rede de distribuição aérea isolada. Trata-se de uma solução economicamente mais cara. No entanto, é mais segura do que a rede subterrânea.

d) Existe apenas um tipo de rede aérea, conhecida como rede aérea convencional. Trata-se de uma solução economicamente mais cara. No entanto, é mais segura do que a rede subterrânea.

e) Existem diversos tipos de redes aéreas, como a rede de distribuição aérea convencional, rede de distribuição aérea compacta e rede de distribuição aérea isolada. Trata-se de uma solução economicamente mais barata e mais segura do que a rede subterrânea.

Referências

Abastecimento de água no Brasil. **Folha de São Paulo**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/infograficos/2015/03/119003-abastecimento-de-agua-no-brasil.shtml>> . Acesso em: 17 fev. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12207**: Projeto de interceptadores de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

AES-ELETROPAULO. **Alternativas para viabilização da implementação de redes subterrâneas no Brasil**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Palestra_3_AES%20Eletropaulo.pdf> . Acesso em: 17 fev. 2017.

THE SECRETARY-GENRAL'S ADVISORY GROUP ON ENERGY AND CLIMATE CHANGE. **Energy for a Sustainable Future**: Report and Recommendations. Nova Iorque, 2010. Disponível em: <[http://www.un.org/millenniumgoals/pdf/AGECCsummaryreport\[1\].pdf](http://www.un.org/millenniumgoals/pdf/AGECCsummaryreport[1].pdf)> . Acesso em: 17 fev. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. BIG (Banco de Informações de Geração). **Capacidade de Geração do Brasil**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>> . Acesso em: 17 fev. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa nº482/2012, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>> Acesso em: 22 fev. 2017

AZEVEDO NETTO, José M. et al. **Técnica de abastecimento e tratamento de água**. São Paulo: CETESB, 1976.

BARIFOUSE, Rafael; SCHREIBER, Mariana. **Como o Nordeste virou principal polo da energia eólica no Brasil**. BBC, São Paulo e Brasília, nov. 2015. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/11/151110_energia_eolica_nordeste_rb>. Acesso em: 17 fev. 2017.

BRASIL. Coleta de esgoto cresce 30% no Brasil em uma década. **Portal brasil**. 16 fev. 2016. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/02/rede-de-coleta-de-esgoto-cresceu-30-no-brasil-em-dez-anos>> . Acesso em: 17 fev. 2017.

BRASIL. FUNASA. Manual de Saneamento. Brasília. 2015. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/eng_saneam2.pdf> . Acesso em: 17 fev. 2017.

BRASIL. Decreto Nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Brasília, DF, 21 jun. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/D7217.htm>. Acesso em: 8 fev. 2017.

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. Brasília, DF, 10 jul. 1934. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm>. Acesso em: 8 fev. 2017.

BRASIL. Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. Brasília, DF, 26 dez. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9427cons.htm>. Acesso em: 8 fev. 2017.

BRASIL. Lei Nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, DF, 5 jan. 2007. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm> Acesso em: 8 fev. 2017.

BRASIL. Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF, 8 jan. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 8 fev. 2017.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Redes Elétricas Inteligentes.** Diálogo Setorial Brasil – União Européia. Brasília, nov. 2014. Disponível em: <<http://www.mcti.gov.br/documents/10179/35540/Redes+El%C3%A9tricas+Inteligentes++Di%C3%A1logos+Setoriais+Brasil-Uni%C3%A3o+Europeia/1928a060-91ff-48e2-8479-ae590f0fd9a9>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **O que fazer para tornar mais eficiente o uso de energia elétrica em Prédios públicos.** Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/cartilha+ENERGIA+op1.pdf>> . Acesso em: 17 fev. 2017.

COMISSÃO EUROPÉIA. Comunicação da comissão ao parlamento europeu, ao Conselho, ao comitê económico e social europeu e ao comitê das regiões. **Infraestrutura Verde - Valorizar o Capital Natural da Europa.** Bruxelas, maio 2013. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abe-b817-4c73e6f1b2df.0009.03/DOC_1&format=PDF>. Acesso em: 17 fev. 2017.

DANTAS, Tiago. Falta de água já afeta 46 milhões de brasileiros. **O GLOBO.** 21 jan. 2015. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/brasil/falta-de-agua-ja-afeta-46-milhoes-de-brasileiros-1514498>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

FEO, G. de, et al. Historical and technical notes on aqueducts from prehistoric to medieval times. **Water**, v.5, 2013. p.1996–2025.

FORRESTER, R. History of Eletricity n. 2, 2016.

GARCIA, Gabriel. Brasil enfrenta a pior crise energética da sua história. **O GLOBO**. 21 jan. 2015. Disponível em: <<http://noblat.oglobo.globo.com/geral/noticia/2015/01/brasil-enfrenta-pior-crise-energetica-da-historia.html>> . Acesso em: 17 fev. 2017.

Gente demais. A maior metrópole brasileira chega ao limite. **Folha de São Paulo**. Disponível em: <<http://arte.folha.uol.com.br/ambiente/2014/09/15/crise-da-agua/gente-demais.html>> . Acesso em: 17 fev. 2017.

GOMES, A. C. S et al. O Setor Elétrico, in: BNDES. **BNDES 50 anos – Histórias Setoriais**, 2002. 1964-1973.

HELLER, Léo. Concepção de instalações para o abastecimento de água. In: HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio (org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94935.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

IPCC. **Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, 2014. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_chapter7.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2017.

LIBÂNIO, Marcelo et al. Consumo de água. In: HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio (org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

LORENZO, Helena Carvalho de. **O setor elétrico brasileiro: passado e futuro**. Perspectivas. São Paulo: SEADE, 24-25, 2002. 147-170.

MASCARÓ, Juan Luis; YOSHINAGA, Mário. **Infraestrutura urbana**. Porto Alegre: Masquatro, 2013.

MAGNUSSON, Roberta J. **Water technology in the Middle Ages**: cities, monasteries, and waterworks after the Roman Empire. JHU Press, 2003.

MAYS, Larry.; ANTONIOU, George P.; ANGELAKIS, Andreas N. History of water cisterns: Legacies and lessons. **Water**, v 5, 2013. pp.1916–1940.

PADUA, Valter L. de. Introdução ao tratamento de água. In: HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio (org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

PORTO, Monica F. A.; PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos avançados**. São Paulo , v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008.

PRINCE, Aloíso de Araújo. Captação de água de superfície. In: HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio (org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

SE4ALL. **Sustainable Energy for All Annual Report 2014**, 2015. Disponível em: <http://www.se4all.org/sites/default/files/l/2015/05/SE4ALL_2014_annual_report_final.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2017.

United Nations. Glossary of Environment Statistics, Studies in Methods, Series F. N. 67, New York: United Nations, 1997.

UNESCO. **Managing water under uncertainty and risk. The United Nations World Water Development Report 4**. Paris, 2012. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/WWDR4%20Volume%201-Managing%20Water%20under%20Uncertainty%20and%20Risk.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

UNICEF. **Progress on Sanitation and Drinking Water**. 2015. Disponível em: <http://files.unicef.org/publications/files/Progress_on_Sanitation_and_Drinking_Water_2015_Update_.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2017.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento dos Esgotos**. v.1. Belo Horizonte: UFMG, 1995.

WATER SECURITY & THE GLOBAL WATER AGENDA. **A UN- Water Analytical Brief**. 2013. Disponível em: <http://www.unwater.org/downloads/watersecurity_analyticalbrief.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2017.

Subsistemas de infraestrutura urbana. Sistemas de comunicação, dejetos sólidos e infraestrutura de grande porte

Convite ao estudo

Prezado estudante, bem-vindo à Unidade 4 da disciplina de infraestrutura urbana. Esta é a última unidade de toda a disciplina e, nesse momento, nos dedicaremos ao estudo dos subsistemas de informação e comunicação e resíduos sólidos. Nossa última seção será dedicada ao estudo de novos modelos de infraestrutura urbana.

Na primeira seção, vamos apresentar o subsistema de informação e comunicação, contemplando sua evolução histórica, principais características e importância no nosso cotidiano para atividades relacionadas ao trabalho, estudo e lazer, além de sua importância para nossa profissão quando atuarmos no planejamento urbano. Em seguida, na Seção 4.2, vamos abordar o subsistema de resíduos sólidos. Refere-se a um subsistema que apresenta relação direta com a sustentabilidade urbana. Apresentaremos as legislações específicas, modelos de coleta, tratamento e disposição dos resíduos e abordaremos o papel desempenhado pelas cooperativas de reciclagem no Brasil. Por fim, após termos discutido todos os subsistemas de infraestrutura convencionais, vamos nos dedicar a novos modelos de infraestrutura, alguns dos quais já mencionamos ao longo das unidades. Dentre eles, destacaremos os *smart-grids*, o conceito de cidades inteligentes

e a infraestrutura em microescala. Além disso, focaremos em diferentes estudos de caso para entender os conceitos apresentados nesse momento.

Como arquitetos e urbanistas, muitas vezes somos “convidados” a imaginar o futuro. Como assim? Ao desenvolver um projeto, seja ele arquitetônico ou urbano, devemos buscar responder às necessidades que nem sempre existem no momento. Um plano municipal de transportes, por exemplo, não pode ser limitado aos indicadores e dados atuais, mas deve contemplar as projeções futuras. O que acontecerá em 5 anos? E em 10 anos? Adivinhar o futuro é impossível, mas podemos nos atentar às inovações tecnológicas, aos dados populacionais, estudos de comportamento, entre outros, para buscar o desenvolvimento de projetos mais completos e coerentes com a realidade.

Nesta unidade, você foi convidado pelo seu escritório a desenvolver um plano a longo prazo (10 anos) para sua cidade, voltado à gestão dos resíduos sólidos, contemplando novos modelos de infraestrutura. É imprescindível que seu plano contemple a adoção de tecnologias de informação e comunicação. Para isso, é necessário, inicialmente, identificar a situação atual da sua cidade em relação a esse tipo de infraestrutura.

Durante as seções, você encontrará os caminhos para apresentar a sua proposta final e construir o seu diagnóstico inicial. Vale lembrar que todo processo de projeto é também um processo de construção de repertório. Por isso, busque exemplos na literatura para estimular a sua criatividade. Bons estudos!

Seção 4.1

Sistema de comunicação

Diálogo aberto

Nesta seção, vamos estudar o subsistema de comunicação. Primeiramente abordaremos os conceitos e características principais, passando pela sua evolução histórica. Em seguida, discutiremos o seu papel na configuração da sociedade moderna, muitas vezes chamada "sociedade da informação". Vamos discutir também as principais tecnologias para transmissão de dados atualmente existentes (sejam de voz, vídeo, imagens etc.), desde a telefonia fixa até a internet móvel. Por fim, vamos identificar como as tecnologias atuais têm ajudado cidades a otimizar a gestão do território e como o volume de dados tem contribuído com os processos de planejamento urbano.

Nesta unidade, você foi convidado a desenvolver um plano para gestão dos resíduos sólidos, considerando novos modelos de infraestrutura urbana e visando sua consolidação em um período de 10 anos. O plano de gestão deve incorporar o uso das tecnologias de informação e comunicação.

Nesse momento, seu papel é desenvolver uma pesquisa com o objetivo de identificar ao menos três (3) soluções e inovações atualmente empregadas no mundo que façam uso das tecnologias de comunicação e informação na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos em diferentes cidades ou países do mundo.

Seu estudo deve apresentar os dados principais referentes ao uso das tecnologias de informação e comunicação, mapas, gráficos e outros elementos que forem necessários. Além disso, você deve expressar um posicionamento crítico para cada solução identificada.

Quais as soluções que você acredita terem relação com as tecnologias de informação e comunicação? O que essa solução tem de inovadora? Onde ela foi implantada? Quais suas principais qualidades? E quais os principais problemas desse tipo de solução? Você acredita que a mesma solução poderia ser implantada no contexto da sua cidade? Quais os benefícios dessa solução?

Nessa situação é importante que você não apenas desenvolva um estudo identificando as soluções atualmente existentes, mas faça uma reflexão sobre a possibilidade de implantação delas no contexto brasileiro ou da sua cidade.

Não pode faltar

Redes de informação e comunicação: conceituação e características

Podemos dizer que fazem parte da infraestrutura de informação e comunicação todos os dispositivos de telecomunicação, definidos pela Lei 9.472/97 como



(...) o modo específico de transmitir informação, decorrente de características particulares de transdução, de transmissão, de apresentação da informação ou de combinação destas, considerando-se formas de telecomunicação, entre outras, a telefonia, a telegrafia, a comunicação de dados e a transmissão de imagens. (BRASIL, 1997 art. 69)

Nossa sociedade é altamente dependente dos meios de comunicação e informação. A quantidade de informações e a velocidade com que elas se propagam e a facilidade de comunicação caracterizam o que chamamos sociedade da informação. Podemos entender que a *sociedade da informação* encontra-se em processo de constante formação, baseada no desenvolvimento de tecnologias de armazenamento e transmissão de dados e informação a baixo custo (SANTOS; CARVALHO, 2009). Sua consolidação representa a rápida evolução das tecnologias de comunicação e informação, em especial a partir da década de 1950. No entanto, as tecnologias de telecomunicação remontam ao final do século XVIII. O primeiro aparelho registrado para esse fim foi o telégrafo ótico, inventado por Claude Chappe, em 1791. O telégrafo ótico transmitia mensagens a partir de suas grandes hastes móveis que se combinam em diferentes posições, as quais apresentam diferentes significados. Anos depois, com os avanços nas tecnologias de eletricidade, o telégrafo elétrico impactou nas relações sociais e políticas na Europa. Em 1837, Samuel Morse criou um equipamento que passava mensagens de longas distâncias através de um cabo e um código composto por pontos e traços, conhecido como código morse (PIRES, 2006).

Com o passar dos anos, muitos foram os inventos que colaboraram para a evolução da tecnologia até chegarmos no que conhecemos hoje. Ainda no século XIX, em 1876, Alexander Graham Bell fez a primeira experiência bem-sucedida de transmissão eletrônica de voz inteligível, consagrando, assim, o telefone. Em um primeiro momento essa tecnologia era utilizada a partir de uma central telefônica manual e, em seguida, com o invento do Sistema Automático Strowger, por Almond Strowger, foram criadas as centrais telefônicas automáticas. Outra invenção que impactou as

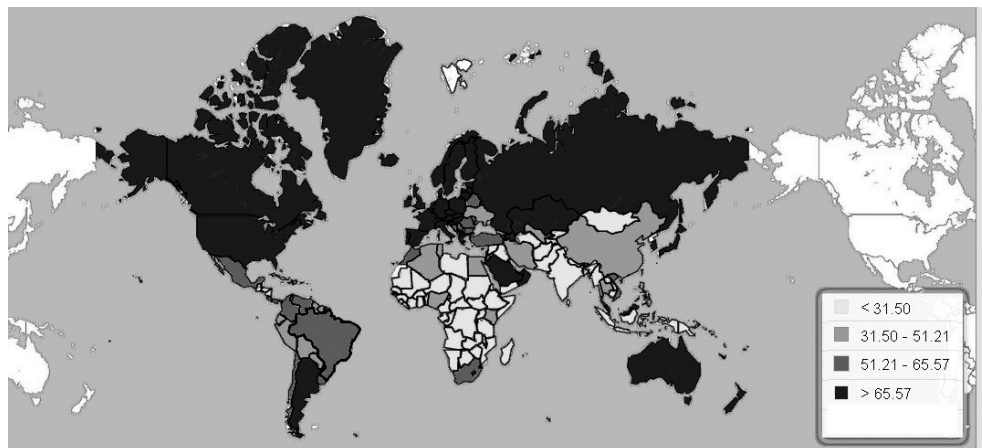
redes de comunicação foi o rádio, já no século XX. Em 1914, aconteceu a primeira ligação telefônica sem fio, entre os Estados Unidos e a Inglaterra.

A internet, por sua vez, tem origem nas necessidades militares de facilitar o controle e comando contra ameaças nucleares durante a Guerra Fria (LUKASIK, 2011). Essa tecnologia ficou restrita durante seus primeiros anos e, em seguida, foi concedido o uso para os meios acadêmicos e científicos. Mais tarde, em 1987, foi liberado para uso popular e, apenas em 1992, apareceram empresas interessadas na sua comercialização. A criação da *WorldWideWeb*, em 1991, baseava-se em uma linguagem mais simples e fácil de acessar. Inicialmente, as motivações da sua criação eram a interligação entre os computadores de laboratórios e outras instituições de pesquisa (TAIT, 2007). No entanto, acabou sendo responsável pela forte expansão da internet para uso pessoal. Enfim, a organização das redes de informação como conhecemos hoje ocorreu a partir de três fenômenos: a digitalização, a dinâmica da indústria e o crescimento da internet (TAKAHASHI, 2000).

O primeiro aspecto citado remete à convergência da base tecnológica. Graças à tecnologia da digitalização é possível transformar todo tipo de informação analógica em informação digital. Assim, todo tipo de informação pode ser transmitido pelo mesmo meio. O segundo aspecto versa sobre como a dinâmica industrial atual facilita o acesso aos meios, uma vez que a tecnologia permite a confecção de aparelhos acessíveis para a população. O terceiro, refere-se à evolução do acesso à internet. Nos últimos 15 anos, o percentual de usuários de internet no mundo saltou de 8% da população mundial, em 2001, para 46%, em 2016, atingindo um número de 3 bilhões e 400 milhões (INTERNET LIVE STATS, 2017). A Figura 4.1 apresenta o percentual de usuários em todo o mundo sendo que, no Brasil, o percentual estimado de usuários é de 60% da população (THE WORLD BANK, 2017).

O crescimento do número de usuários no país é um fator importante, visto que o acesso à informação, possibilitado pelas redes de comunicação, é fundamental para o desenvolvimento econômico e social. Além da expansão da infraestrutura, essa expansão pode ser resultado de projetos federais como o “Cidades Digitais” e o “Plano Nacional de Banda Larga”. No entanto, devemos destacar um outro elemento tão importante quanto o número de usuários: a confiabilidade da infraestrutura. Ainda presenciamos problemas relacionados à cobertura, velocidade e estabilidade das conexões.

Figura 4.1 | Percentual de usuários de internet em função da população de cada país



Fonte: <http://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.P2?cid=GPD_44&end=2015&locations=BR&page=6&start=1990&view=chart>. Acesso em: 15 mar. 2017.

Impactos do desenvolvimento das redes de informação e comunicação

Presente no cotidiano e com avanços constantes, a tecnologia está intimamente ligada ao modo de vida urbano contemporâneo. É possível afirmar que, em algumas décadas, com a maioria absoluta da população vivendo em cidades (UN-HABITAT, 2012), a tecnologia, em especial a de informação e comunicação, fará parte da vida diária de toda população (MAYER-SCHONBERGER; CUKIER, 2013). Em resumo, o uso da internet e demais tecnologias digitais afetam a forma como a sociedade moderna se informa, entretém, estuda, trabalha e se comunica de forma geral (MALDONADO, 2005; DIAS, 2007).

O avanço das tecnologias de informação e comunicação (TIC) deu-se em boa parte a partir do pós-guerra. Porém, sua expansão acompanha a desigualdade no desenvolvimento econômico entre diferentes localidades, uma vez que existe o interesse dessas empresas em investir em locais mais lucrativos e, por consequência, mais desenvolvidos, aumentando ainda mais a desigualdade entre regiões (MALDONADO, 2005). Assim, prever o alcance democrático dessa tecnologia é de suma importância para o desenvolvimento de cidades mais igualitárias. Ainda assim, as redes de informação e comunicação continuam a desafiar o planejamento urbano ao quebrar com a lógica da territorialidade.

Um dos maiores desafios da era da Sociedade da Informação é justamente a fragilidade dos limites territoriais causada pela redução das distâncias geográficas por conta da velocidade de fluxo das informações. Manuel Castells (2011) argumenta que a vida na cidade contemporânea acontece de duas maneiras: no espaço dos fluxos – na rede de telecomunicações computadorizada, por onde a economia global é conduzida – e no espaço dos lugares, onde o mundo físico acontece, nos bairros

e comércios locais onde as pessoas estabelecem relações e adquirem identidade. Aponta que, no século XXI, poderíamos viver em um mundo urbano sem cidades em virtude do estágio avançado em que as redes de telecomunicação se encontram. Mas ressalta que, apesar disso, “sociedades são produzidas e espaços são construídos pela ação consciente do ser humano” (CASTELLS, 2011, p. 580, tradução nossa).

É importante entender que as novas redes de informação e comunicação são, de acordo com Dias (2007), um novo modo de gestão econômico-territorial, portanto exigem novas formas de planejamento territorial e gestão. Essas atuações devem prever não somente a construção de uma infraestrutura de comunicação de qualidade, com alta capacidade e velocidade, mas também garantir a incorporação dessa nova cultura da informação, de forma democrática e igualitária para toda a população (BOLAÑO, 2012). Alguns programas de políticas públicas do governo federal visam a inclusão digital por meio da universalização do acesso, dentre os quais relacionamos o programa Cidades Digitais, Minha Cidade Inteligente, o Plano Nacional de Banda Larga, o Programa Nacional de Inclusão Digital.



Pesquise mais

É importante conhecer os planos do governo federal para a inclusão digital. Conheça alguns dos programas, como o Cidades Digitais, acessando o site do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações.

Disponível em: <goo.gl/ptxt2R>. Acesso em: 10 fev. 2017.

Devemos atentar ao fato de que os dados e informações são bidirecionais. Ao mesmo tempo em que atinge um usuário, esse usuário gera dados que são transmitidos pela própria rede, alguns protegidos pelas políticas de privacidade e outros não. Alguns segmentos já fazem uso desses dados para desenvolver produtos, solucionar problemas ou economizar dinheiro.



Refleta

Você já parou para pensar como os dados que produz ao utilizar a internet para suas pesquisas ou em algum aplicativo de celular são utilizados pelas empresas para desenvolver novos produtos e soluções? Ou, como os dados do seu GPS ajudam os aplicativos de navegação a identificar pontos de congestionamento?

Tecnologias e alcance

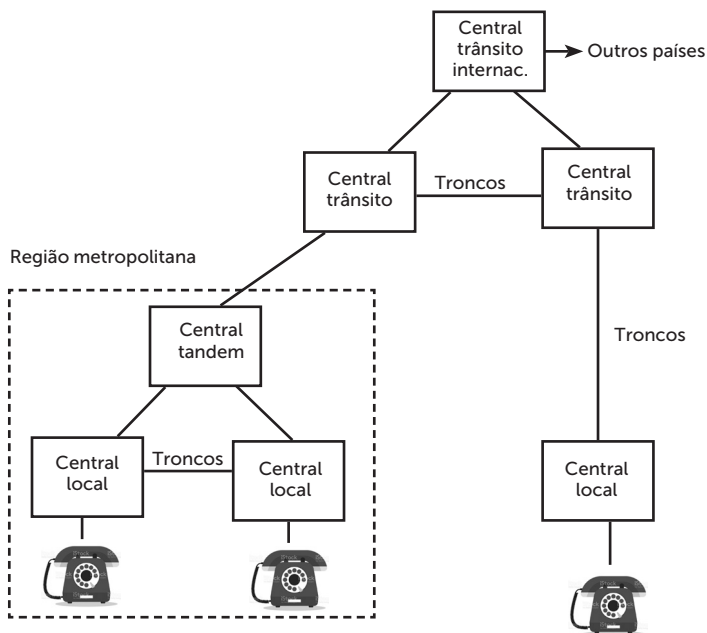
Além da definição apresentada pela Lei 9.472/97, podemos compreender as telecomunicações como o conjunto dos objetos e processos fundamentais

para o transporte e encaminhamento fiel da informação à distância (PIRES, 2006). Existem diversas tecnologias, os meios técnicos, que possibilitam o transporte dessa informação de forma fidedigna até o receptor. Uma das primeiras, que representou um grande avanço nas tecnologias de comunicação, é a rede de telefonia. Porém, as atividades contemporâneas exigem uma conexão mais rápida e com maior fluxo de informações, demandando uma tecnologia que tenha melhor performance de acesso em alta velocidade. A internet, em especial as tecnologias de banda larga, surgem como resposta a essa demanda, podendo ser acessada por meio de infraestruturas fixas ou sem fio.

Primeiramente, é importante entender o funcionamento da rede de telefonia, sendo ela a base das tecnologias que se desenvolveram depois. Esta rede é composta basicamente pelo conjunto de equipamentos: terminal, telefone, equipamentos de transmissão, constituídos basicamente por cabos e repetidores, e pelos equipamentos de comutação, o comutador (PIRES, 2006). Dessa forma, a mensagem é passada a partir do primeiro telefone, pelos cabos até o comutador. O comutador localiza o destinatário e repassa a mensagem, novamente passando pelos cabos e repetidores até chegar no segundo telefone. De forma geral, a rede de telefonia baseia-se em uma estrutura de diferentes elementos que desempenham diferentes funções. A rede de comutação, rede de acesso, rede de transmissão e os sistemas secundários. Além disso, vale destacar a estrutura hierárquica das redes que contemplam (i) as **centrais locais** (responsáveis pela conexão entre dois usuários de uma mesma região); (ii) as **centrais tandem** (responsáveis pela conexão entre dois usuários de uma mesma região, mas pertencentes a centrais locais diferentes); (iii) as **centrais trânsito** (responsáveis pela ligação entre usuários de diferentes cidades e estados); e (iv) as **centrais trânsito internacionais** (responsáveis pela ligação entre diferentes países). A Figura 4.2 apresenta um esquema simplificado das redes de telefonia.

É importante ressaltar que a rede de telefonia foi desenvolvida para transmitir dados de voz de um telefone ao outro, portanto apresenta uma banda (capacidade de transmissão) referente a essa necessidade. Com o surgimento da internet, a rede de telefonia foi utilizada como único transmissor, tanto de dados de telefonia, quanto de dados de internet. Porém, uma vez que a internet funciona com diferentes tipos de informações (voz, música, imagem, entre outros), a banda da rede de telefonia mostrou-se insuficiente para a demanda. Essa limitação foi essencial para o desenvolvimento de tecnologias que permitissem que todos os dados fossem passados conjuntamente e em alta velocidade. Assim, surge a banda larga, e com ela muitas tecnologias destinadas a melhorar o processamento de dados.

Figura 4.2 | Esquema simplificado de funcionamento das redes de telefonia



Fonte: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialstfc/pagina_1.asp>. Acesso em: 15 mar. 2017.

Uma vez consagrada como uma rede exclusiva, a banda larga passa a fazer parte da infraestrutura básica das grandes cidades e também passa a ser entendida como condição de qualidade de vida. Para tanto, é necessário o desenvolvimento de um sistema de transmissão de dados que interligue seus usuários. Esse sistema é baseado em uma hierarquia de infovias, redes que transmitem dados, muito próxima da rede de telefonia. São utilizadas três terminologias para caracterizar as infovias: *Backbone*, *Backhaul* e *Last mile*. A primeira, *Backbone*, é a principal infovia, aquela que carrega a maior quantidade de dados e transmite para as *Backhaul*, as quais funcionam como intermediárias até chegar à *Last Mile*, que são as infraestruturas entre as estações de distribuição e os usuários privados (SILVA; BIONDI, 2012). É importante ressaltar que, assim como a rede telefônica, a internet é uma rede de compartilhamento, portanto não tem necessariamente um gerador e um usuário, apesar da existência de supercomputadores que concentram uma grande quantidade de dados, ou de redes de distribuição.



Assimile

No caso da banda larga, portanto, temos três infovias principais responsáveis pelo transporte de dados: A *Backbone*, responsável por carregar o maior volume de dados, funcionando como uma rede central; O *Backhaul*, responsável pela ligação entre o núcleo (*Backbone*) e as subredes (*Last*

Mile); e a *Last Mile*, caracterizada como ligação entre os provedores de acesso e o usuário particular.

Essa rede, portanto, distribui-se no território utilizando diferentes tipos de tecnologias que podem ser classificadas entre fixas ou sem fio. Dentre as tecnologias fixas, destacamos a DSL, o Cabo-Modem e a Fibra Óptica. Uma das primeiras tecnologias de banda larga é o DSL. Essa tecnologia surgiu a partir da rede de telefonia e se utiliza do mesmo cabeamento, mas opera através de frequências específicas possibilitando a transmissão de dados digitais sem interferir na transmissão dos dados de telefonia. Uma de suas principais vantagens, e principal motivo de sua expansão, foi a utilização de uma infraestrutura que já estava instalada. A tecnologia Cabo-Modem, por sua vez, consiste no compartilhamento das redes de transmissão de TV a cabo para a transmissão de dados de internet, contituindo-se uma importante tecnologia empregada no Brasil. Outra tecnologia importante de transmissão de dados digitais é a fibra ótica. Essa rede parte da transformação da informação em luz que trafega por cabos. Ela é amplamente utilizada nas grandes infovias que carregam alto volume de dados, como as *Backbone* e as *Backhaul* (SILVA; BIONDI, 2012).

Já as tecnologias sem fio funcionam com a transmissão de sinais, assim como os sinais de rádio ou de televisão aberta. Destacamos as tecnologias a Rádio, Wi-Fi, Satélites e rede 3G e 4G. Esses sistemas funcionam a partir da disposição de antenas distribuidoras espalhadas estrategicamente no território. Dentre as tecnologias mais populares, destaca-se a conexão via radiotransmissores de frequência específica e o WI-FI. As tecnologias sem fio são mais suscetíveis a oscilações e interferências externas, sendo geralmente empregadas na conexão *Last Mile*. Além disso, é importante destacar que muitas vezes as tecnologias wireless são alternativas para locais onde é difícil implantar a infraestrutura física (SILVA; BIONDI, 2012).

Sustentabilidade: novos modelos de infraestrutura a partir das redes de comunicação

Com a expectativa de que mais de 60% da população passe a viver em cidades até 2030, e sabendo que as áreas urbanas são as principais responsáveis pela emissão de gases estufa e de outros impactos ambientais (UN-HABITAT, 2014), é clara a necessidade urgente de encontrar novas maneiras para construir cidades. Comumente as discussões sobre sustentabilidade giram em torno das construções, do uso de energia e de mobilidade, porém, na cidade do século XXI, já não é possível ignorar as tecnologias de informação e comunicação (TIC), bem como o seu impacto no cotidiano. Assim, com podemos observar, há novas possibilidades que colocam as TIC como agentes do desenvolvimento sustentável.

Podemos entender que as tecnologias de comunicação podem ter três diferentes atuações no desenvolvimento sustentável: **Transparência na gestão governamental, infraestrutura e pessoas, capacidade e recursos** (UN-HABITAT, 2014).

Em relação à **transparência na gestão governamental**, é importante lembrar que, pela complexidade do alcance das TIC, principalmente da internet, o Governo deve buscar processos de gestão, em busca da transparência, e regulamentação, para possibilitar o funcionamento apropriado dessas tecnologias em seu território. Além disso, uma aplicação prática importante para a gestão pública é a intensificação da participação popular nas decisões governamentais. Com as novas tecnologias, é possível aproximar a população de forma mais democrática do governo, **ampliando a participação popular, por meio de fóruns, websites, plebiscitos on-line, e muitas outras possibilidades**.

Apesar do recente desenvolvimento das tecnologias, muitas localidades perdem oportunidades de apropriação das ferramentas disponíveis, seja por falta de uma infraestrutura eficiente ou por falta de entendimento do potencial que as tecnologias de comunicação e informação trazem. De uma forma mais indireta, essa tecnologia pode ser utilizada para a criação de bancos que fornecem dados e informações atualizadas para planejadores e gestores otimizar suas ações.

De fato, alguns governos já começam a identificar potencialidades de uso desses dados na gestão das cidades, a fim de torná-las cidades inteligentes (*smart cities* em inglês).



Exemplificando

Londres, por exemplo, coleta informações dos passageiros de transporte público que utilizam o pagamento com o cartão de transporte público. Nova Iorque e Chicago têm utilizado os dados para responder a uma série de desafios urbanos, desde a identificação de locais com pouco acesso à alimentação de qualidade (*food deserts*) ou conversões ilegais de edifícios. A cidade de Santander, na Espanha, utiliza 12.000 sensores que medem a qualidade do ar, disponibilidade de vagas de estacionamento e níveis de iluminação.

Em termos gerais, os grandes volumes de dados têm sido utilizados pelos governos para atingir objetivos urbanos operacionais: economizar dinheiro ou aprimorar serviços. Além disso, de uma forma mais direta, essa tecnologia também pode atuar em outras redes da cidade para otimizar os sistemas de energia, de coleta de água pluvial, de abastecimento e tratamento de água (WAGENER, 2008).



Pesquise mais

O conceito de cidades inteligentes, ou *smart cities*, tem sido muito debatido ultimamente. Assista à palestra de Ronaldo Lemos, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=uuByqzPondc>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

São diversas as possibilidades permitidas pelas tecnologias de informação e comunicação. O Grupo ARUP (2014) aponta quatro abordagens diferentes que permitem aos arquitetos, planejadores urbanos e urbanistas trabalhar com dados: (i) uso de dados para auxiliar os projetistas a responder às necessidades do usuário, (ii) experimentação e modelagem por meio do uso de dados, (iii) análise de dados para aprimorar políticas locais e nacionais e, (iv) uso de dados para aprimorar a transparência e agilizar processos.

Apesar da grande oferta dessa tecnologia, o alcance não significa acessibilidade (UN-HABITAT, 2014). Nos grandes centros urbanos, é possível que as TIC estejam disponíveis para a população, porém não sejam acessíveis por todos os setores da sociedade. É possível que essa condição reforce a situação de desigualdade social, ao invés de contribuir para inclusão social.

Ainda assim, as tecnologias de informação e comunicação têm um papel fundamental no que tange ao desenvolvimento socioeconômico e cultural. As tecnologias de informação e comunicação são elementos-chave para quebrar as barreiras sociais, uma vez que essa tecnologia facilita o acesso à informação e possibilita situações como o ocorrido na Bósnia Herzegovina: um dos problemas consequentes do conflito ocorrido no começo da década de 1990 era o ensino separado para as etnias envolvidas: Croatas, Sérvios e Muçulmanos. Assim, a comunidade internacional começou a promover, em 2002, um projeto de educação integrada, liderada pela OSCE (*Organization for Security and Co-operation in Europe*) e baseado nas TIC. O projeto promovia a integração étnica a partir da standardização da educação pela informática, como forma de promover uma futura reconciliação.

Vimos que a infraestrutura de comunicação e informação apresenta grande influência no modo de vida dos cidadãos e na dinâmica das cidades, constituindo-se como fundamental para o desenvolvimento econômico. Com os avanços tecnológicos atuais, as tecnológias de informação e comunicação têm contribuído positivamente com a gestão e otimização dos processos de outras infraestruturas como as de energia elétrica e transportes. No entanto, vale lembrar que, embora amplamente difundida no país, as redes de comunicação ainda não são totalmente acessíveis por toda a população e carecem de estabilidade e eficiência.

Sem medo de errar

Nessa unidade, sua função é desenvolver um plano para gestão dos resíduos sólidos da sua cidade, contemplando novos modelos de infraestrutura urbana e com ênfase no uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC). Inicialmente, você deve desenvolver um estudo a fim de identificar soluções atualmente existentes em outras cidades e países para gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos que dependam das tecnologias de informação e comunicação.

Nesta seção, foram apresentadas características e conceitos do subsistema de comunicação. No entanto, para orientar seu trabalho, sugerimos atentar à discussão referente às políticas do governo federal para a inclusão digital. Além disso, a discussão final sobre o uso das TIC em planejamento urbano também pode oferecer diretrizes significativas para o seu estudo.

Quais são as soluções que você acredita terem relação com as tecnologias de informação e comunicação? O que essa solução tem de inovadora? Onde ela foi implantada? Quais suas principais qualidades? E quais os principais problemas na implantação desse tipo de solução? Você acredita que a mesma poderia ser implantada no contexto da sua cidade? Quais os benefícios dessa solução?

Uma sugestão é começar sua pesquisa por países que possuem tecnologias avançadas nesse sentido, como Canadá, Espanha, Alemanha e países da Escandinávia. Além disso, empresas de tecnologia podem fornecer informações iniciais importantes.

Para o seu posicionamento crítico em relação às soluções estudadas, você pode se apropriar do Plano Nacional de Banda Larga e dos planos de Inclusão Digital, como o *Programa Cidades Digitais*, *Minha Cidade Inteligente*, e o *Programa Nacional de Inclusão Digital*. Estes podem lhe fornecer subsídios importantes para a discussão inicial.

Faça uso de mapas, esquemas, fluxogramas e outros recursos para ilustrar seu estudo.

Avançando na prática

Uma praça conectada

Descrição da situação-problema

Imagine que você foi convidado para desenvolver um projeto para uma praça da sua cidade. O objetivo do projeto é aumentar o número de usuários dessa praça por meio de tecnologias de informação e comunicação, ou seja, seu trabalho é transformar essa praça em um local onde as pessoas possam estudar, trabalhar e se divertir. Você pode se utilizar das diferentes tecnologias. Além disso, seu projeto deve conceber um mobiliário urbano adequado à sua proposta. Faz parte do seu trabalho também selecionar uma praça existente em sua cidade que você acredita ser a melhor opção para receber sua proposta.

Quais tecnologias você acredita serem importantes para permitir que as pessoas utilizem a praça? Qual o papel da internet na sua proposta? Outros meios convencionais, como televisão e rádio, podem ser aproveitados também? Quais mudanças no mobiliário urbano existente são necessárias?

Sua proposta deve ser conceitual, ou seja, sem detalhamento construtivo das soluções de mobiliário, mas com especificação dos atributos desejados. Represente suas propostas em croquis, esboços e um texto explicativo sobre o funcionamento da sua proposta, justificando a escolha do local.

Resolução da situação-problema

Nessa situação é importante refletir, antes de iniciar o desenvolvimento do projeto, sobre como as diferentes tecnologias de comunicação e informação podem auxiliar os usuários da sua praça a exercer atividades de estudo, trabalho e lazer. Por exemplo, uma boa conexão de wi-fi gratuita pode permitir que alunos façam pesquisas para trabalhos escolares. Um local com computadores de uso público também pode ajudar a aumentar o número de usuário. Locais para projeção de vídeo podem contribuir com o lazer.

Além das tecnologias, você deve propor um mobiliário que possibilite o uso dessas ferramentas. Bancos e mesas podem ser utilizados para trabalho e estudo. Diferentes bancos podem ser aproveitados para assistir a um vídeo etc.

Represente sua proposta conceitualmente por meio de esboços, croquis e um texto explicativo.

Faça valer a pena

1. Com o passar dos anos, muitos foram os inventos que colaboraram para a evolução da tecnologia de comunicação e informação. Ainda no século XIX, em 1876, Alexander Graham Bell fez a primeira experiência bem-sucedida de transmissão eletrônica de voz inteligível.

Qual dos sistemas relacionados a seguir apresenta maior relação com a experiência de Alexander Graham Bell?

- a) A transmissão de dados via Internet.
- b) A transmissão de informações via telegrafia.
- c) A transmissão de voz via telefonia.
- d) A transmissão de voz via rádio.
- e) A transmissão de imagens.

2. De forma geral, a rede de telefonia baseia-se em uma estrutura de diferentes elementos que desempenham diferentes funções. A rede de comutação, rede de acesso, rede de transmissão e os sistemas secundários. Além disso, vale destacar a estrutura hierárquica das redes.

Como podem ser chamadas as centrais responsáveis pela conexão entre dois usuários de uma mesma região, mas pertencentes a centrais locais diferentes?

- a) Podem ser chamadas de centrais locais.
- b) Podem ser chamadas de centrais comutadoras.
- c) Podem ser chamadas de centrais trânsito.
- d) Podem ser chamadas de centrais tandem.
- e) Podem ser chamadas de centrais regionais.

3. Uma vez consagrada como uma rede exclusiva, a banda larga passa a fazer parte da infraestrutura básica das grandes cidades, e também passa a ser entendida como condição de qualidade de vida. Para tanto, é necessário o desenvolvimento de um sistema de transmissão de dados que interligue seus usuários. Esse sistema é baseado em uma hierarquia de infovias, redes que transmitem dados, muito próxima da rede de telefonia. São utilizadas três terminologias para caracterizar as infovias: *Backbone*, *Backhaul* e *Last mile*.

O que caracteriza a infovia *Last mile*?

- a) A *Last Mile* é a principal infovia, aquela que carrega a maior quantidade de dados, e transmite para as *Backhaul*.
- b) A *Last Mile* consiste em uma infovia intermediária entre a *Backbone* e *Backhaul*.
- c) A *Last Mile*, consiste nas infovias que conectam as estações de distribuição diretamente com os usuários privados.
- d) A *Last Mile*, consiste na infovia que carrega a maior quantidade de dados e a transmite diretamente para a *BackBone*.
- e) A *Last Mile* consiste na infovia que conecta dois usuários privados, diretamente.

Seção 4.2

Resíduos sólidos

Diálogo aberto

Nesta seção, discorreremos sobre o sistema de resíduos sólidos considerando todas as suas etapas, desde a geração dos resíduos, passando pela coleta, tratamento e disposição final ambientalmente adequada. Nossa discussão estará baseada na Política Nacional de Resíduos Sólidos que, além de definir e classificar os diferentes tipos de resíduos sólidos, é responsável pelo estabelecimento de diretrizes gerais para sua gestão e gerenciamento com o objetivo de minimizar os impactos ambientais.

Relembrando, nesta unidade você é responsável pelo desenvolvimento de um plano para a gestão de resíduos sólidos do seu município a partir da incorporação de tecnologias de informação e comunicação. Na primeira seção, sua atividade inicial foi realizar um estudo para identificar soluções inovadoras utilizadas em diferentes cidades ou países, apresentando um posicionamento crítico em relação às mesmas.

Nesse momento, você precisa elaborar um diagnóstico atual em relação aos resíduos sólidos do seu município e desenvolver um prognóstico, considerando aspectos como o crescimento da população, mudanças nos hábitos de consumo, políticas atualmente empregadas etc.

Qual é a população atual do seu município? Qual o volume de resíduos sólidos gerados diariamente, mensalmente e anualmente? Quais as características desses resíduos? A maior parte é reciclável ou não reciclável? Orgânica ou inorgânica? Existem políticas voltadas à reciclagem? Os catadores de material reciclável têm atuação significativa? Qual a previsão de crescimento da população para daqui a 10 anos? Qual o volume de resíduos gerados nesse caso? Aumentará ou diminuirá?

É importante obter o máximo de informações possíveis sobre o local e cidade em questão. Você pode registrar seu levantamento com gráficos, representações gráficas e outros. Um posicionamento crítico não é solicitado nessa seção. No entanto, tenha em mente que as informações encontradas serão importantes para a elaboração do seu plano.

Não pode faltar

Resíduos sólidos. Conceituação e características

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305/10, define-se resíduo sólido como o



(...) material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010. Cap. II Art.3º)

Em geral, portanto, podemos compreender que o resíduo sólido é todo o material em estado sólido ou semissólido que não pode ser lançado diretamente na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou que exijam tratamento específico. Como resultado das atividades humanas, os resíduos sólidos podem ser gerados tanto nos processos industriais como nas atividades cotidianas. Vale lembrar que geração de resíduos sempre existiu. A diferença é que, com o desenvolvimento de novas tecnologias e mudanças comportamentais, podemos identificar uma mudança significativa nas características do tipo de resíduo gerado (em especial ao resíduo doméstico) da predominância na geração de resíduos orgânicos para a geração de resíduos inorgânicos.



Reflita

Para se ter uma ideia de como os costumes alteram os padrões de consumo e o volume e tipo de resíduos gerados, imagine como as compras no supermercado eram transportadas antes do surgimento dos sacos plásticos. Em sacos de papel? Ou com sacolas retornáveis? Você pode imaginar a quantidade de resíduos gerados devido a essa mudança?

Em 2002 a produção de resíduos sólidos por parte da população urbana mundial girava em torno de 0.64kg/hab./dia. Em 2012, dez anos depois, estimava-se que a geração de resíduos havia aumentado para 1.2kg/hab./dia (HOORNWEG; BHADATATA, 2012). No Brasil, estima-se que a geração de resíduos sólidos tenha sido de 1,071kg/hab./dia em 2015 (ABRELPE, [s.d.]).

Os resíduos sólidos podem ser classificados de diversas formas. Inicialmente, podem ser classificados em função da sua biodegradabilidade, como **resíduos orgânicos e resíduos inorgânicos**. Os resíduos orgânicos são os que podem ser decompostos por microrganismos por meio de processos como a compostagem. Exemplos de resíduos orgânicos são os restos de alimentos, folhas, madeira etc. Os resíduos inorgânicos, por outro lado, consistem em resíduos com baixa biodegradabilidade, i.e., que dificilmente podem ser decompostos. São eles: o vidro, o metal, plásticos em geral etc. De forma geral, a quantidade de resíduos orgânicos representa 46% da produção total de resíduos.

No entanto, a Lei 12.305/10, utiliza um outro tipo de classificação para os resíduos sólidos. Segundo a própria Lei, os resíduos podem ser classificados segundo sua origem e segundo o grau de periculosidade.

Em relação à **origem**, podem ser classificados como: (i) resíduos domiciliares, (ii) resíduos de limpeza urbana, (iii) resíduos industriais, (iv) resíduos de serviços de saúde, (v) resíduos da construção civil, (vi) resíduos agrossilvopastoris, (vii) resíduos de serviços de transportes, (viii) resíduos de mineração, (ix) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços e, (x) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico. Além disso, a lei também classifica os resíduos sólidos urbanos contemplando tanto os resíduos domiciliares quanto os de limpeza urbana (i + ii). Quanto à **periculosidade**, podem ser classificados em: resíduos perigosos e resíduos não perigosos.

O descarte incorreto dos resíduos, direto no meio ambiente, pode resultar na contaminação do solo, da água e do ar, por conta de compostos voláteis, pesticidas, solventes e metais pesados, por exemplo. Além disso, a matéria orgânica, quando não tratada corretamente, pode resultar na formação de chorume, um líquido escuro, de odor desagradável e elevada demanda bioquímica de oxigênio. O chorume pode resultar na contaminação do solo e da água, tanto de rios quanto de lençóis freáticos. Os resíduos sólidos orgânicos podem ainda contribuir com a proliferação de insetos, vermes e animais detritívoros. O descarte incorreto pode resultar também no entupimento da rede de drenagem pluvial ou de esgoto, em virtude do descarte de garrafas e sacolas plásticas, latas de alumínio etc. O acúmulo desses resíduos cotidianos dentro das tubulações obstrui o fluxo das águas, acarretando em enchentes.

Atualmente, existem diversas possibilidades de coleta e tratamento desses resíduos, seja em escala municipal, regional ou até mesmo particular. No Brasil, estima-se que o índice de cobertura de coleta é de 90,8% (ABRELPE, [s.d.]), relativamente alto em comparação a outros países em desenvolvimento. No entanto, apenas 58,7% desse total é destinado adequadamente, sendo que 41,3% acaba sendo disposto em lixões ou aterros controlados (ABRELPE, [s.d.]). Além disso, do total de municípios do país, apenas 69,3% apresentam programas de coleta seletiva.

Modelos tradicionais

Em geral, o subsistema de resíduos sólidos compreende as etapas de (i) geração dos resíduos, (ii) coleta, (iii) transporte, (iv) transbordo, (v) tratamento e/ou disposição final ambientalmente adequada. Em cidades de países em desenvolvimento, especialmente, muitas vezes a rede de resíduos sólidos é ineficiente sendo que, grande parte dos resíduos gerados acaba por ter como destino final o vazadouro a céu aberto, também chamado lixão. Nesses casos, a disposição final não é ambientalmente adequada, e a própria Lei 12.305/10 determina a necessidade dos municípios estabelecerem metas para a eliminação e recuperação de lixões.

Em relação à coleta, no Brasil, a forma mais comum utilizada é o depósito dos resíduos domésticos em lixeiras dispostas na frente das residências ou o uso de lixeiras públicas para os resíduos provenientes dos espaços públicos. Em ambos os casos, um caminhão recolhe esses resíduos e os encaminha para seu destino final. Nesses casos, classificamos o tipo de coleta como **coleta convencional**. Além disso, o tipo de coleta pode ser classificado conforme apresentado no Quadro 4.1. Ele apresenta as características principais de cada tipo e a responsabilidade na destinação.

Quadro 4.1 | Tipos de resíduos, características principais e destinação final

Tipo de resíduos	Características	Responsabilidade pela destinação final
convencional	Resíduos domiciliares e comerciais	Prefeitura ou empresas (sob concessão).
resíduos de limpeza urbana	Varrição, limpeza de vias e outros.	Prefeitura ou empresas (sob concessão).
resíduos de serviços de saúde	Resíduos provenientes de ambulatórios, clínicas, hospitais etc.	Gerador ou a prefeitura, em alguns casos.
resíduos da construção civil	materiais de construção, resíduos de demolição etc.	Gerador ou a prefeitura, em alguns casos.
resíduos especiais	Não convencional como móveis, eletrodomésticos, eletrônicos.	Gerador ou a prefeitura, em geral por meio de programação.
coleta seletiva	Resíduos recicláveis separados na fonte, ou não.	Cooperativas de reciclagem, catadores, prefeitura, gerador.
estabelecimentos industriais	Resíduos provenientes dos processos industriais.	Gerador.

Fonte: FUNASA (2015).



Exemplificando

No caso dos resíduos de serviços de saúde devem ser separados em grupos específicos: infectantes, químicos, radioativos, equiparados aos domésticos e, perfurocortantes. Em geral, todos os resíduos devem

receber um tratamento especial desde o armazenamento, passando pela coleta e tratamento. No caso dos equiparados aos domésticos, podem ser coletados pelo serviço público de coleta.

Segundo a PNRS (BRASIL, 2010), podemos estabelecer uma ordem de prioridade para a gestão dos resíduos sólidos. Em ordem, do mais preferível para o menos preferível temos: **não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos**. Nesse momento discorreremos sobre o tratamento e a disposição final ambientalmente correta. Discutiremos a reutilização, a reciclagem e o tratamento mais à frente.

Podemos entender como tratamento os “processos manuais mecânicos, físicos, químicos ou biológicos que alterem as características dos resíduos” (FUNASA, 2015, p. 362). O objetivo do tratamento depende do tipo de resíduo. No caso dos resíduos domiciliares, por exemplo, podemos considerar que o tratamento pode ser dado pela simples redução de volume ou pelo processo de reciclagem. No caso dos resíduos de serviços de saúde (potencialmente infectantes e resíduos químicos), o objetivo é minimizar os riscos potenciais do lixo para a saúde, para o meio ambiente e para a segurança do trabalhador nos locais de disposição final.

Em relação à disposição final, a forma mais adequada é a utilização dos aterros sanitários. No entanto, ainda existem locais onde a disposição final é feita nos vazadouros a céu aberto, ou lixões. Os lixões consistem em locais onde os resíduos sólidos são depositados sem qualquer cuidado especial. Assim, pela falta de proteção e tratamento do solo, os efluentes líquidos provenientes penetram pelo solo, contaminando até o lençol freático. Também é possível identificar o uso de aterros controlados. Trata-se de uma solução em que o resíduo sólido é despejado em um local para, em seguida, ser coberto por uma camada de terra. Assim, minimiza-se o seu risco à saúde, mas não evita que cause problemas ambientais. Por esse motivo, esta é uma solução não permitida, a partir da PNRS.

No caso do aterro sanitário, o mesmo pode ser definido como uma instalação de destinação final dos resíduos sólidos urbanos por meio de técnicas e seguindo normas e procedimentos adequados para evitar a poluição ambiental e riscos à saúde. Assim, o chorume, líquido danoso ao meio ambiente, é drenado e encaminhado para um poço de acumulação, para depois ser encaminhado para a estação de tratamento de efluentes. Ainda que seja a solução mais usual atualmente, os aterros sanitários ainda apresentam limitações, principalmente quando se considera as previsões de geração de resíduos e a área necessária de aterro para sua disposição.



Assimile

Embora encontremos exemplos de lixões e aterros controlados para disposição final dos resíduos sólidos, a PNRS estabelece que a única forma

correta para a disposição final é o uso dos aterros sanitários, além de outras alternativas, como incineração, reutilização e reciclagem.

Por fim, uma outra alternativa para o descarte dos resíduos é a incineração, que consiste na queima dos resíduos, reduzindo em até 90% o volume de dejetos (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012). Essa alternativa, porém, só é interessante quando há aproveitamento da queima para geração de energia e com controle na emissão de gases do efeito estufa.

Legislação e regras de descarte

Em geral, podemos compreender que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é a principal referência em termos de legislação. No entanto, podemos identificar outras leis fundamentais, ainda que indiretamente, para a constituição da PNRS. Primeiramente, citamos o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), que estabelece condições para reformas urbanas nas cidades brasileiras, enfatizando a importância do planejamento das cidades (Planos Diretor), bem como investimentos para prestação de serviços públicos de saneamento básico (BRASIL, 2001).

Outra lei fundamental é a Lei Federal nº 11.445/07, Lei federal de Saneamento Básico. Essa lei estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, incluindo a limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. A lei estabelece as atividades de varrição, capina e poda de árvores em vias e locais públicos, como serviços de limpeza pública urbana e a coleta, o transbordo, o transporte e a triagem para fins de reuso e reciclagem como atividades relacionadas ao manejo de resíduos sólidos urbanos (BRASIL, 2007). Outro aspecto importante consiste na previsão de dispensa de licitação para a contratação e remuneração de associações ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis, incentivando o trabalho dos catadores.



Pesquise mais

Os dados do Censo Demográfico de 2010 indicam o número de 387.910 pessoas autodeclaradas catadoras e catadores como profissão (IBGE, 2012). Para saber sobre a atual situação dos catadores, consulte a publicação *Situação Social das Catadoras e dos Catadores de Material Reciclável e Reutilizável* produzido pelo IPEA, disponível em: <<http://www.mnrc.org.br/biblioteca/publicacoes/relatorios-e-pesquisas/situacao-social-das-catadoras-e-dos-catadores-de-material-reciclavel-e-reutilizavel-brasil-dezembro-2013>> . Acesso em: 15 mar. 2017.

Em 2010, é lançada a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/10. É ela que estabelece os instrumentos e diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento

dos resíduos sólidos e a responsabilidade de cada setor. Além disso, também estimula práticas voltadas à redução, à reutilização e à reciclagem de resíduos sólidos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável. Dos conceitos levantados na Política, é interessante destacar três pontos de suma importância: a responsabilidade compartilhada, a logística reversa e a inclusão dos catadores de material reciclável no processo.

A responsabilidade compartilhada tem o objetivo de melhorar a gestão dos resíduos sólidos, dividindo a responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos entre “os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos” (BRASIL, 2010. Art. 30). Seu objetivo, em geral, é a minimização na geração de resíduos sólidos e no desperdício, o incentivo ao uso de insumos com menor impacto ambiental, o estímulo à produção e consumo de produtos reciclados e recicláveis e às boas práticas de responsabilidade socioambiental. Ainda, estipula as obrigações dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes quanto ao desenvolvimento de produtos reutilizáveis e recicláveis, diminuição na geração de resíduos e, principalmente, o recolhimento de produtos e resíduos e destinação correta daqueles que se enquadram no sistema de logística reversa como os: agrotóxicos (e suas embalagens), pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes (e suas embalagens), lâmpadas em geral, produtos eletroeletrônicos e seus componentes e, conforme acordos setoriais, os produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro (incluindo as suas embalagens).

A logística reversa, portanto, caracteriza-se como um conjunto de práticas para viabilizar a coleta e o retorno dos resíduos sólidos para o setor produtivo visando ao seu reaproveitamento ou destinação correta.

Em relação à inserção dos catadores no processo de gestão e gerenciamento dos resíduos, podemos afirmar que a PNRS representa também um grande avanço nas políticas socioeconômicas brasileiras. A PNRS definiu que tanto os sistemas de coleta seletiva quanto os de logística reversa devem priorizar a participação dos catadores de materiais recicláveis em seus processos. A lei, inclusive, dispensa licitação para a contratação de cooperativas ou catadores, e ainda estimula pesquisas voltadas para a integração desses profissionais nos processos de reciclagem.

Sustentabilidade e infraestrutura verde: resíduos sólidos

Como prioridade na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos a PNRS estabelece como objetivos para reduzir o volume de resíduos a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem, nesta ordem de prioridade. Os três últimos podem ser compreendidos como os 3Rs.

A **redução** consiste em reduzir o consumo de produtos, e dar preferência àqueles que utilizem menos embalagens ou que sejam mais duráveis. Por **reutilização** entende-se o processo de aproveitamento dos resíduos sólidos, sem que o material

necessite passar por processos de alteração das suas propriedades, como reaproveitar potes de vidro ou plástico. Ambos os conceitos dependem de atitudes pessoais, e para isso é essencial que existam políticas voltadas à conscientização. A **reciclagem** é entendida como o processo de transformação de resíduos que envolve a alteração de propriedades físico-químicas e biológicas do material, gerando novas matérias-primas. Assim, os resíduos sólidos podem ser separados entre a fração úmida, destinada à compostagem, e a fração seca que, após triagem, pode passar pelo processo de reciclagem.

A parte úmida dos resíduos deve ser encaminhada para algum tipo de compostagem. Esse processo pode ser denominado compostagem doméstica ou comunitária. No caso da compostagem comunitária, ela é iniciativa de um grupo de pessoas que compartilham certo espaço. Uma opção é o uso de espaços urbanos para receber infraestruturas adequadas para decompor os resíduos orgânicos da população. Podem ser localizados em meio a parques, hortos, viveiros e hortas municipais, sendo majoritariamente geridos pelos governos ou por ONGs (SIQUEIRA; ASSAD, 2015). O encaminhamento de resíduos úmidos para compostagem reduz consideravelmente a presença de contaminação nos produtos gerados na reciclagem.

A parte seca dos resíduos é separada por tipo de material. De forma geral: papel, plástico, metal e vidro, já que cada material apresenta um processo de reciclagem diferente. Além disso, cada tipo de material também é subdividido em grupos diferentes. Por exemplo, existem diversos tipos de plástico, como o PET, o HDPE, o PP, o PS e outros. Com o avanço tecnológico, a possibilidade de reciclagem dos diferentes materiais é cada vez maior (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012). Diferentes materiais podem passar por inúmeros processos de reciclagem até que suas propriedades o impossibilitem de passar por novo processo de reciclagem. Nesse caso, devem ser devidamente descartados e encaminhados para aterros sanitários, incineradores ou outras possibilidades.

Atualmente, o processo de reciclagem dos resíduos sólidos no Brasil conta com a importante atuação dos catadores de materiais recicláveis. Em geral, os catadores atuam individualmente ou se associam às cooperativas de reciclagem, locais onde grupos de pessoas organizam os resíduos coletados para a reciclagem. De forma geral, os catadores coletam materiais recicláveis pelas ruas e, caso sejam vinculados às Cooperativas, levam esse material para as cooperativas onde ocorre a triagem e a posterior venda para futura reciclagem. Caso o catador não seja cooperativado, a venda é feita diretamente para o comprador, sem passar pela cooperativa. Seu papel é tão significativo que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) os considera essenciais para o fim dos lixões e a implantação da coleta seletiva nos municípios (BRASIL, 2010).

Principalmente a partir do final da década de 1990 uma série de novas tecnologias e alternativas de gestão, embasadas por leis e políticas públicas, têm sido implementadas

em países como a Alemanha, o Reino Unido, a Suíça e a Espanha, por exemplo. A Espanha, especificamente, aplicou uma política nos últimos anos que tem como principais objetivos deter o crescimento na geração dos resíduos sólidos urbanos, reduzir o descarte e eliminar o despejo ilegal, promover a reciclagem e a reutilização, regular a coleta seletiva em relação à fração orgânica, utilizar a fração orgânica para a produção de compostos de qualidade, melhorar e implantar novas infraestruturas, buscando sempre que os resíduos sólidos não contribuam para a poluição atmosférica (CORTEZ, 2016).

Uma solução inovadora que complementa a coleta, aplicada em algumas regiões da cidade de Barcelona, é o sistema pneumático, ou de coleta a vácuo. O sistema consiste em pontos de coleta instalados nas ruas e calçadas, conectados a uma rede de dutos subterrânea que transporta os resíduos até a central de coleta. O sistema é vantajoso, principalmente, por evitar o fluxo de caminhões pelas ruas, reduzindo o ruído, e também por isolar os resíduos das ruas, cooperando para espaços públicos mais limpos. O sistema foi inicialmente implantando no bairro Olímpico, em 1992, e, atualmente contempla 42 km de dutos (PINI, 2011). Porém, sua implantação depende da topografia do local, sendo impossibilitado de ser instalado em locais com grandes morros.

Vimos que a infraestrutura de resíduos sólidos constitui um complexo sistema de elementos, processos e atores. A sua eficiência depende não apenas do poder público e empresas de coleta de disposição final, mas da participação da sociedade e do setor empresarial para minimizar a geração de resíduos e o seu impacto no meio ambiente. Além disso, a destinação final pode se dar por diversas formas. Assim, cabe aos gestores identificar as melhores possibilidades para cada caso.

Sem medo de errar

Seu trabalho, nesta seção, é realizar um diagnóstico referente à geração, coleta e tratamento de resíduos sólidos e um prognóstico, considerando a situação da sua cidade daqui a 10 anos. Você deve identificar dados relacionados à população, quantidade de volume gerado, destinação e outros dados que julgar importantes.

Nesta seção, discutimos como as mudanças nos hábitos de consumo, por exemplo, podem influenciar o volume e tipo de resíduos gerados. Ao mesmo tempo, apresentamos a Política Nacional de Resíduos Sólidos como um instrumento importante para incentivar mudanças comportamentais dos consumidores, dos setores empresariais e municípios para minimizar o impacto ambiental da geração de resíduos, a partir da redução, reutilização, reciclagem e disposição final adequada.

Para orientar seus estudos, propomos alguns questionamentos.

Qual é a população atual do seu município? Qual é o volume de resíduos sólidos gerados diariamente, mensalmente e anualmente? Quais as características desse resíduo? A maior parte é reciclável ou não reciclável? Orgânica ou inorgânica? Existem políticas voltadas à reciclagem? Os catadores de material reciclável têm atuação significativa? Qual a previsão de crescimento da população para daqui a 10 anos? Qual o volume de resíduos gerados nesse caso? Aumentará ou diminuirá?

Inicialmente, você pode buscar os dados da sua cidade, como população atual, sistema de coleta vigente, volume de resíduos gerados, políticas públicas atualmente existentes e outros. O mesmo pode ser feito para o prognóstico. A partir de previsões de crescimento populacional e mudanças de comportamento, você pode apresentar um possível cenário futuro.

Seu relatório deve contemplar dados, tabelas, gráficos e outros elementos que julgar necessário. Lembre-se que eles serão utilizados para justificar o seu plano de gestão de resíduos.

Avançando na prática

Uma proposta para os resíduos orgânicos

Descrição da situação-problema

Uma das classificações possíveis dos resíduos sólidos permite sua classificação entre orgânicos e inorgânicos. No caso dos resíduos orgânicos, um possível tratamento, ambientalmente correto é a compostagem.

Nesse contexto, seu município solicitou o desenvolvimento de uma proposta para estimular os moradores da cidade a separar o lixo para que os resíduos orgânicos possam passar por um processo de compostagem. Cabe a você apresentar uma solução que considere, por exemplo, uma alternativa individual ou coletiva de compostagem, formas para separação dos resíduos, coleta etc. Você também deve estabelecer os benefícios dessa proposta considerando a diminuição no volume de resíduos destinados aos aterros sanitários e o potencial de uso do composto resultante dos resíduos orgânicos.

Inicialmente, o plano será aplicado em um bairro da sua cidade com 200 famílias. Portanto suas estimativas de volume devem considerar esses aspectos.

Qual o volume de resíduos gerado por pessoa? Quanto desse volume consiste em resíduos orgânicos? Como os resíduos podem ser aproveitados? Cabe às famílias realizar a compostagem? Se sim, de quais equipamentos eles necessitarão? Seria melhor um processo de compostagem coletivo? Ou realizado pela própria prefeitura? Como os resíduos podem ser armazenados? Os sacos plásticos convencionais podem ser utilizados?

Resolução da situação-problema

Nesta situação, é importante utilizar a criatividade e o conhecimento adquirido até então para propor uma solução que seja viável e interessante, ou seja, que incentive a população a participar. Os benefícios da compostagem são inúmeros e a própria população pode fazer uso dos compostos para cultivar plantas em casa ou para usar nos parques e praças públicos.

Sua proposta pode ser conceitual e até evoluir para o desenho de protótipos, considerando todas as variáveis existentes.

Apresente sua proposta com um texto, desenhos e infográficos.

Faça valer a pena

1. Os resíduos sólidos podem ser classificados de diversas formas. A Lei 12.305/10 estabelece dois critérios para a classificação dos resíduos sólidos. Segundo essa Lei, os resíduos podem ser classificados de acordo com sua origem e segundo o grau de periculosidade.

Dentre os tipos que seguem, qual deles não corresponde ao tipo de resíduo sólido classificado segundo sua origem?

- a) Resíduos domiciliares.
- b) Resíduos orgânicos.
- c) Resíduos de limpeza urbana.
- d) Resíduos industriais.
- e) Resíduos de serviços de saúde

2. Segundo a PNRS (BRASIL, 2010), podemos estabelecer uma ordem de prioridade para a gestão dos resíduos sólidos. Em ordem, do preferível para o menos preferível temos: **não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.**

A disposição adequada dos resíduos sólidos é importante para evitar a proliferação de doenças e os impactos ambientais. Nesse sentido, qual das alternativas apresenta a solução permitida pela PNRS para a disposição final dos resíduos?

- a) A PNRS permite o uso de lixões para a disposição final dos resíduos sólidos.
- b) A PNRS permite o uso dos aterros controlados para a disposição final dos resíduos sólidos.

- c) A PNRS permite o lançamento dos resíduos sólidos nos corpos d'água.
- d) A PNRS permite o uso de aterros sanitários para a disposição final dos resíduos sólidos.
- e) A PNRS permite o aterramento dos resíduos sólidos sem necessidade de tratamentos especiais.

3. Como prioridade na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos a PNRS estabelece como objetivos para reduzir o volume de resíduos a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem, nessa ordem de prioridade. Os três últimos podem ser compreendidos como os 3Rs.

Associe as definições a seguir a cada tipo de objetivo definido pela PNRS.

I) É entendida como o processo de transformação de resíduos que envolve a alteração de propriedades físico-químicas e biológicas do material, gerando novas matérias-primas.

II) _____ é o processo de aproveitamento dos resíduos sólidos, sem que o material necessite passar por processos de alteração das suas propriedades, como reaproveitar potes de vidro ou plástico.

III) _____ consiste em reduzir o consumo de produtos, e dar preferência para aqueles que utilizem menos embalagens ou que sejam mais duráveis.

- a) (I) reciclagem, (II) reutilização e (III) redução.
- b) (I) reutilização, (II) redução e (III) reciclagem.
- c) (I) reciclagem, (II) redução e (III) reutilização.
- d) (I) reutilização, (II) reciclagem e (III) reutilização.
- e) (I) redução, (II) reutilização e (III) reciclagem.

Seção 4.3

Novos modelos de infraestrutura urbana

Nesta última seção, nossa discussão baseia-se na apresentação de novos conceitos relacionados à infraestrutura urbana. Esses conceitos relacionam-se diretamente ao desenvolvimento de novas tecnologias, à sustentabilidade urbana, às problemáticas contemporâneas discutidas ao longo das unidades, e a fatores socioeconômicos. Serão apresentados os conceitos de cidades inteligentes (*smart cities*), redes elétricas inteligentes (*smart grids*) e infraestrutura urbana em microescala. Também apresentaremos exemplos referentes a cada um dos conceitos.

Relembrando, nesta unidade você é responsável pelo desenvolvimento de um plano para a gestão de resíduos sólidos do seu município a partir da incorporação de tecnologias de informação e comunicação. Na primeira seção, sua atividade inicial foi realizar um estudo para identificar soluções inovadoras utilizadas em diferentes cidades ou países, apresentando um posicionamento crítico em relação às mesmas. Na Seção 4.2 você ficou responsável pelo desenvolvimento de um diagnóstico sobre o contexto da infraestrutura de resíduos sólidos do seu município e um prognóstico considerando aspectos como o crescimento da população, mudanças nos hábitos de consumo, políticas atualmente empregadas etc.

Nesta última seção, você deve finalizar o seu plano para gestão de resíduos sólidos a partir da incorporação de tecnologias de informação e comunicação. Além disso, os conceitos e exemplos apresentados nesta seção devem servir como guias para a sua proposta.

Em função das entregas anteriores, como você acredita que pode melhorar o subsistema de resíduos sólidos do seu município? Quais tecnologias podem ser empregadas? Qual será o seu enfoque? Será em função da possibilidade de aumentar os níveis de reciclagem? Ou criar alternativas para os resíduos orgânicos? Uma nova forma de coleta? Cobrança para os moradores que não separam seus resíduos? Como as tecnologias de informação e comunicação podem o auxiliar? Seu plano é baseado no funcionamento geral do sistema ou apenas em partes específicas (coleta, tratamento)? É algum objeto físico?

Nesse momento você precisa compilar todas as informações obtidas até agora e organizá-las de forma que possam embasar o desenvolvimento do seu plano ou projeto. Além disso, sua solução deve ser apresentada em forma de um relatório descritivo contendo: (i) uma introdução ao contexto atual da sua cidade, aos problemas identificados, às tecnologias de informação e comunicação existentes; (ii) o problema a ser resolvido em seu plano ou projeto; (iii) o seu projeto; e (iv) uma conclusão final.

Não pode faltar

Chegamos à última seção, após discutir todos os subsistemas de infraestrutura urbana. Esta seção é dedicada à discussão de alguns elementos e conceitos apresentados ao longo de todas as unidades que merecem destaque, por se referirem a conceitos emergentes e inovadores com grande importância para a sociedade contemporânea. São três tópicos principais: as cidades inteligentes (*smart cities*), as redes elétricas inteligentes (*smart grids*) e as micro-infraestruturas urbanas. De certa forma, todas apresentam certa relação entre si e possibilitam uma gestão mais voltada à sustentabilidade urbana. Nosso enfoque será dado ao potencial que esses conceitos apresentam para o contexto brasileiro, ou seja, de um país em desenvolvimento com uma infraestrutura urbana com problemas de eficiência e alcance.

Nossa discussão inicia-se com o conceito de cidades inteligentes. Genericamente, a sua definição pode apresentar diferenças significativas. No entanto, no nosso caso, o termo *Smart Cities* compreende o meio urbano que é planejado e gerenciado a partir do uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC) (STIMMEL, 2016) com o objetivo de melhorar a qualidade de vida, a eficiência dos serviços urbanos e a competitividade (UNITED NATIONS TASK TEAM ON HABITAT III, 2016). Isso significa que as cidades inteligentes estão diretamente relacionadas ao desenvolvimento tecnológico, portanto encontram-se em constante processo de evolução, conforme os avanços tecnológicos. Em tempo, o entendimento é de que as TIC não permitem apenas a gestão inteligente das cidades por meio da estrutura convencional como conhecemos, i.e. por meio de decisões centralizadas nos governos e empresas de serviços públicos, mas pela possibilidade de participação ativa da população.



Refleta

Você já parou para pensar como as TIC ajudam a sua vida na cidade? Você já precisou da ajuda de um GPS para se localizar na cidade? Ou para consultar a situação do trânsito em determinada região? O horário do ônibus? Ou até mesmo para chamar um táxi? No caso do transporte, é fácil identificar como as soluções interferem no nosso dia a dia, mas em outros casos isso nem sempre é possível.

Um dos aspectos fundamentais do conceito de cidades inteligentes diz respeito ao alto volume de dados e informações geradas em tempo real, conhecidos como *Big Data*, e que podem ser utilizados para prever situações de risco, oferecer respostas rápidas, compreender hábitos de consumo etc. (SCHÖNBERGER; CUKIER, 2013). Essa quantidade de informação apresenta grande potencial para aprimorar os processos de planejamento urbano das cidades. Michael Batty (2013) aponta que esse fenômeno resulta em uma mudança no ritmo no planejamento das cidades, passando para minutos, horas ou dias.

Em termos de infraestrutura urbana, o potencial do uso das TIC pode se dar de diversas formas. Citamos alguns dos exemplos concebidos pela UN-HABITAT (2014):

- Provisão de serviços mais adequados, seguros e economicamente viáveis: por meio do uso de soluções de “governo eletrônico” para minimizar custos em administração, ampliar o acesso e otimizar ações coordenadas; sistemas inteligentes de abastecimento de água, por exemplo, para o controle da vazão e pressão da água etc.
- Sistemas de transporte seguros, baratos e acessíveis: pelo uso de aplicativos (softwares), constituição de uma infraestrutura inteligente (coordenação de semáforos em função do volume de veículos, por exemplo).
- Previsão de desastres e minimização dos impactos: por meio do monitoramento em tempo real do fluxo de água, chuvas e criação de sistemas de alarme. Ou pelo uso das tecnologias para facilitar a gestão dos riscos de desastres e promover processos de decisão adaptativos.
- Redução de impactos ambientais: por meio da constituição de edificações eficientes em termos energéticos através de leituras de medição automáticas e soluções de automação, constituição de processos de gestão de resíduos, incluindo coleta, transporte, tratamento, disposição final etc.

Em relação ao subsistema de geração e distribuição de energia elétrica, podemos citar as redes elétricas inteligentes (REIs - *smart grids*) como exemplo de soluções existentes em cidades inteligentes. Para lembrar, fizemos um breve comentário sobre os *smart grids* na Unidade 3, na seção sobre o sistema de energia elétrica. Entendemos por redes elétricas inteligentes as redes que se utilizam de tecnologias de informação e comunicação para monitoramento e controle da distribuição de eletricidade em tempo real, com fluxo bidirecional de energia e informações. Seus componentes principais consistem nos sistemas de medição, automação e interação (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO - MCTI, 2014).

Um dos benefícios das REIs consiste na possibilidade de controle e monitoramento das redes de distribuição de energia elétrica (a fim de garantir a segurança no abastecimento), o oferecimento de novos serviços, a redução dos custos de operação

do sistema e a redução de perdas. Em geral, as soluções das REIs podem se dar em diferentes etapas da distribuição e em diferentes contextos. No entanto, podemos elencar alguns elementos mais importantes.

- **Medição inteligente:** consiste na solução que permite a medição, em tempo real ou em períodos curtos, do consumo de energia e permite identificar questões como a qualidade da energia entregue, falhas e instabilidade, além de corte e religamento remoto e aplicação de tarifas diferenciadas.
- **Automação de distribuição:** consiste no conjunto de tecnologias de informação e comunicação (sensores, medidores, redes de comunicação, terminais etc.) que permitem a operação automática no sistema para permitir a reconfiguração da rede, diagnóstico em tempo real, instalação de religadoras etc.
- **Geração distribuída:** consiste no processo de geração de energia realizada próximo aos locais de consumo e/ou pelos consumidores independentemente da potência, tecnologia empregada e fonte de energia. Ou seja, possibilita, por exemplo, que consumidores que produzam a própria energia possam distribuir o excedente para as redes de distribuição, sendo compensados por isto (INEE, [s.d]).
- **Armazenamento de energia:** consiste no processo de armazenamento da energia para uso posterior. Dentre as soluções existentes, as mais comumente utilizadas são os sistemas de bombeamento de água para reservatórios e posterior geração hidrelétrica, o uso de baterias, os capacitores etc.
- **Outros:** uso de carros elétricos, edifícios inteligentes, soluções em iluminação pública, tarifas diferenciadas etc. (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO - MCTI, 2014)



Assimile

Vimos, portanto, as principais características de cada um dos conceitos apresentados. Por cidades inteligentes entendemos o meio urbano que é planejado e gerenciado a partir do uso de tecnologias de informação e comunicação. E as redes elétricas inteligentes consistem em redes que se utilizam de tecnologias de informação e comunicação para monitoramento e controle da distribuição de eletricidade em tempo real, com fluxo bidirecional de energia e informações.



Pesquise mais

Para saber mais sobre o funcionamento das tecnologias de armazenamento de energia consulte os links, disponíveis em: <http://www.technologyreview.com.br/read_article.aspx?id=48225>. Acesso

em: 15 mar. 2017, e <<http://blogs.pini.com.br/posts/tecnologia-sustentabilidade/sistemas-dearmazenamento-de-energia-tendencias-para-o-setor-eletrico-366246-1.aspx>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

Vimos que as redes elétricas de distribuição estão diretamente relacionadas ao conceito de cidades inteligentes, sendo um elemento fundamental para a otimização dos serviços urbanos e melhoria da qualidade de vida. Os exemplos apresentados a seguir buscam oferecer uma visão geral das potencialidades que a exploração de ambos os conceitos pode oferecer às cidades.

Cidade de Santander – Espanha

Um dos exemplos mais significativos e que merece destaque é o caso da cidade de Santander, na Espanha. A cidade é considerada pioneira na aplicação de tecnologias de informação e comunicação, funcionando como uma espécie de laboratório vivo (NEWCOMBE, 2014).

O projeto foi inicializado em 2010 com a proposta de estruturar a cidade com uma série de equipamentos e sensores que se comunicam e interagem entre si. Dentre as soluções existentes, merecem destaque (i) o desenvolvimento de aplicativos para ampliação da participação dos cidadãos, (ii) o uso de sensores para monitoramento de umidade em áreas verdes para controle de irrigação ou monitoramento das lixeiras para identificar quando estão cheias ou indicadores de vagas de estacionamento (Figura 4.3) e (iii) o uso de equipamentos instalados em ônibus, táxis, caminhões de lixo para monitoramento e divulgação de informações sobre o tráfego (THE LOCAL, 2016).

Figura 4.3 | Exemplo de placa informativa sobre o número de vagas de estacionamento disponíveis em determinada rua da cidade de Santander



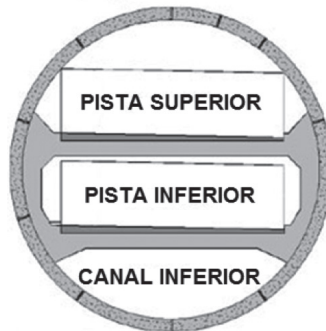
Fonte: Google Earth ([s.d.]).

Um túnel para circulação de automóveis e controle de enchentes – Kuala Lumpur, Malásia

Um interessante exemplo que também merece destaque é o projeto desenvolvido na cidade de Kuala Lumpur, na Malásia, para o controle de enchentes. Conhecido como *SMART Tunnel*, o projeto consiste em um túnel de 9,7 km de extensão, com dois níveis para circulação de automóveis que, em momentos excepcionais, é utilizado para o controle de enchentes.

O funcionamento do túnel se dá em três modos: no primeiro, quando não há chuva ou possibilidade de enchentes, a água da chuva não é direcionada para o túnel. Nesse caso, o fluxo de automóveis acontece normalmente. No segundo modo, quando o volume de chuva aumenta, a água é direcionada para um canal do túnel, localizado abaixo das pistas de circulação. Aqui, vale notar, que a circulação de automóveis ainda é permitida. No terceiro e último modo, quando há risco de enchentes, os três níveis do túnel são utilizados para drenagem das águas de chuva. Nesse caso, as entradas de acesso ao túnel são fechadas e, quando todos os veículos deixam o mesmo, comportas automáticas são acionadas para permitir a passagem da água de chuva. Em até 48 horas depois, o túnel pode ser reaberto para os veículos (SMART TUNNEL, [s.d]). A Figura 4.4 apresenta uma seção conceitual do projeto.

Figura 4.4 | Seção do túnel apresentando os três níveis existentes, sendo os dois superiores destinados à circulação de automóveis



Fonte: <http://www.smarttunnel.com.my/construction/project_features.htm>. Acesso em: 15 mar. 2017.

Redes Elétricas Inteligentes (REI) ou *Smart Grids*

Existem vários exemplos de testes e experimentações em REIs no Brasil, assim como no mundo. O relatório *Redes Elétricas Inteligentes: Diálogo Setorial Brasil – União Europeia* (MCTI, 2014) apresenta uma série dessas experimentações. Focaremos em um dos exemplos apresentados, sobre a experimentação realizada pela AES Eletropaulo, no município de São Paulo. O projeto implantou ou previa a implantação de medição inteligente para 60.000 clientes, a instalação de tecnologias para detecção de falhas na rede de distribuição e o envio de informações, a preparação da rede para suportar veículos elétricos dentre outras.

Infraestrutura em microescala

De certa maneira, podemos compreender a ideia de infraestrutura em microescala, ou micro-infraestruturas, como uma resposta às questões sociais, econômicas e ambientais que presenciamos. O crescimento da população nos meios urbanos, os impactos ambientais do processo de urbanização, as crises econômicas e a ineficiência do setor público em promover soluções relacionadas à infraestrutura urbana, de certa forma, resultam na necessidade de novas alternativas. É nesse contexto que inserimos as micro-infraestruturas.

Podemos compreender as micro-infraestruturas como a adoção em pequena escala de soluções para o oferecimento de serviços de infraestrutura necessários para a manutenção da qualidade de vida e funcionamento adequado das cidades. Inicialmente, servem como alternativas em face à ineficiência ou inexistência dos subsistemas de infraestrutura conforme conhecemos. No entanto, apresentam-se como substitutos tão ou mais eficientes dessas infraestruturas em larga escala, portanto merecem ser consideradas nos processos de planejamento urbano.

Dentre as características principais, podemos citar o aumento da diversidade de prestadores desses tipos de serviço, a possibilidade de uso de tecnologias de baixo custo e maior flexibilidade (como a possibilidade de serviços pré-pagos de abastecimento de água ou energia) (BAKER; TRÉMOLET, 2000), o desenvolvimento orientado ao usuário, a auto-organização (por exemplo, a possibilidade de moradores gerarem a própria energia elétrica e distribuí-la dentro de um bairro) e a facilidade de investimentos (EGYEDI et al., 2012)



Exemplificando

Imagine que ao invés de utilizar a energia elétrica gerada em um local afastado da sua cidade, que precisa percorrer quilômetros de distância até chegar na sua residência, sua energia fosse produzida no bairro em que você mora. Certamente alguns problemas seriam facilmente resolvidos, como o custo da rede de distribuição. No entanto, outros existiriam, como a dependência da energia baseada em uma única fonte. Embora as micro-infraestruturas sejam importantes, é preciso também considerar os seus aspectos negativos.

Estudos de caso em infraestrutura em microescala

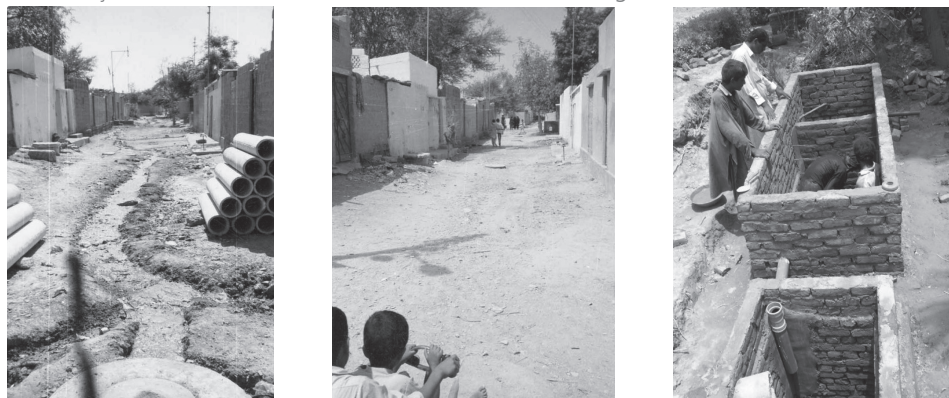
Os exemplos relativos à implantação da infraestrutura em microescala são dos mais variados possíveis, incluindo diferentes atores responsáveis pela implantação e gestão dos sistemas, a complexidade dos mesmos, responsabilidades etc. Ao mesmo tempo, parte dos exemplos mencionados ao longo das unidades, em especial os exemplos de infraestrutura verde, encaixam-se no conceito de microescala. Tentaremos abordar os exemplos a partir de diferentes perspectivas.

O Projeto Piloto Oranji (PPO)

O PPO consistiu em uma iniciativa de organizações não governamentais no Paquistão orientada ao desenvolvimento de soluções técnicas, financiadas pela própria população, para a instalação de latrinas e tubulações de esgoto e conexões externas em uma região pobre da cidade de Karachi (ver Figura 4.5). A solução permitiu que o sistema custasse até dez vezes menos do que a implantação de um sistema convencional (\$ 100 por moradia em relação ao custo de \$ 1000 dos sistemas convencionais) (BAKER; TRÉMOLET, 2000).

Desenvolvido desde a década de 1980, estima-se que o projeto tenha ajudado cerca de um milhão de pessoas a resolver os seus problemas relacionados ao saneamento básico, de forma relativamente autônoma dos governos locais.

Figura 4.5 | Exemplos de soluções relacionadas à rede de esgoto. Da esquerda para direita: 1 – Situação anterior ao desenvolvimento do projeto; 2 – Mesmo local após a instalação das tubulações e; 3 – Micro unidade de tratamento de esgoto



Fonte: <<http://www.oppinstitutions.org/Presentation%20Latest%20OPRTI%20June%202012.pptx>>. Acesso em: 23 mar. 2017.

Coleta de água de chuva para consumo

Inúmeros exemplos podem ser encontrados quanto ao uso das águas das chuvas para o consumo humano. Em geral, essas soluções se dão em locais onde a disponibilidade de água é baixa ou quando as redes de abastecimento são ineficientes. Um dos exemplos mais significativos desse processo de coleta de água da chuva acontece em diferentes regiões de Bangladesh.

Com problemas relacionados à contaminação da água por arsênico sal, o acesso da população à água potável e segura é de apenas 67% (CORRELJÉ; SCHUETZE, 2012). Nas áreas suburbanas, esse número é de 10%. A coleta de água de chuva (CAC) apresenta-se como uma alternativa viável. Desde 1997, aproximadamente 1000 sistemas de CAC têm sido instalados. O projeto foi inicialmente desenvolvido pela ONG *Forum for Drinking Water Supply & Sanitation* com o objetivo de melhorar o acesso aos serviços de saneamento.

Os tanques utilizados variam de capacidade entre 500 e 3.500l, e custam entre U\$ 50 e U\$ 150, podendo ser de concreto, tijolos ou enterrados, conforme Figura 4.6. A água coletada pode ser armazenada por até 4 meses sem riscos de contaminação por bactérias e é utilizada tanto para o consumo quanto para cozinhar alimentos.



Pesquise mais

No Brasil, o uso de cisternas para armazenamento de água de chuva também é uma solução comumente utilizada para lidar com os problemas no abastecimento.

O movimento Cisterna Já busca ajudar os cidadãos na implantação de soluções para a captação de água de chuva. Conheça o funcionamento do sistema apresentado pelo movimento. Disponível em: <https://pt.wikiversity.org/wiki/Cisterna_J%C3%A1> . Acesso em: 15 mar. 2017.

Figura 4.6 | Reservatório utilizado para armazenamento das águas de chuva



Fonte: <<http://www.ngof.org/gallery/photo-gallery/5>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

Assim, encerramos a disciplina de Infraestrutura Urbana. Como vimos ao longo dessas quatro unidades, a infraestrutura urbana foi fundamental para o surgimento dos primeiros assentamentos humanos e o desenvolvimento das cidades. Muitas das soluções que utilizamos hoje em dia em nossas cidades é resultado de um longo processo de evolução técnica e tecnológica. O uso dos sistemas de abastecimento de água e drenagem podem ser considerados os principais exemplos de infraestrutura urbana que encontramos. Com o crescimento das cidades e o aumento populacional, surgem novos problemas e, com eles, novas soluções. Vimos a importância de cada subsistema para o funcionamento das cidades, passando pelos subsistemas viário, de drenagem urbana, de abastecimento de água, de tratamento de esgoto, de energia elétrica, de comunicação e de resíduos sólidos. Ao mesmo tempo, também discutimos problemas contemporâneos, em especial no Brasil, relacionados à qualidade dos

serviços de infraestrutura e sustentabilidade. Os desafios são muitos e, por esse motivo, destacamos a importância da disciplina de infraestrutura urbana.

Sem medo de errar

Nesta seção, você precisa desenvolver uma solução para o problema de resíduos sólidos do seu município compreendendo os problemas atuais e os possíveis problemas existentes no futuro em função do crescimento populacional, escassez de matéria-prima etc. Com os dados e informações obtidas até o momento, fazemos os seguintes questionamentos para orientar o seu trabalho.

Em função das entregas anteriores, como você acredita que pode melhorar o subsistema de resíduos sólidos do seu município? Quais tecnologias podem ser empregadas? Qual será o seu enfoque? Será em função da possibilidade de aumento nos níveis de reciclagem? Ou criar alternativas para os resíduos orgânicos? Uma nova forma de coleta? Cobrança para os moradores que não separam seus resíduos? Como as tecnologias de informação e comunicação podem o auxiliar? Seu plano é baseado no funcionamento geral do sistema ou apenas em partes específicas (coleta, tratamento)? É algum objeto físico?

As informações obtidas são sua principal fonte, são elas que devem indicar os problemas atualmente existentes e os possíveis problemas futuros. Além disso, o levantamento das tecnologias de informação e comunicação podem ajudar no desenvolvimento do seu projeto, funcionando como exemplos. O mesmo pode ser dito sobre os conceitos e exemplos apresentados nessa unidade. Espera-se que eles sirvam como fonte de inspiração para o seu trabalho.

Lembramos que você precisa compilar todas as informações obtidas até agora e organizá-las de forma que possam embasar o desenvolvimento do seu plano ou projeto. Além disso, sua solução deve ser apresentada em forma de um relatório descritivo contendo (i) uma introdução ao contexto atual da sua cidade, aos problemas identificados, às tecnologias de informação e comunicação existentes, (ii) o problema a ser resolvido em seu plano ou projeto, (iii) o seu projeto e (iv) uma conclusão. Em relação ao seu projeto (item iii), você deve representá-lo da melhor forma possível, contemplando os desenhos, gráficos e imagens que julgar necessárias. No caso de objetos, devem ser representados graficamente em forma de desenho técnico.

Avançando na prática

Um bairro afastado e sem abastecimento de energia

Descrição da situação-problema

Um bairro surgiu em uma área afastada da sua cidade sem que houvesse o

planejamento necessário para a constituição de uma infraestrutura adequada. Ainda que pequeno, com cerca de 30 famílias, a prefeitura da sua cidade tem o interesse em equipar o bairro com toda a infraestrutura necessária, tendo em vista que o mesmo se encontra em uma área com potencial turístico, o que tem resultado no aumento do número de turistas.

O bairro não conta com uma rede de abastecimento de energia elétrica e esse é um dos problemas a ser resolvido. Existem duas alternativas possíveis: a primeira é a instalação de linhas de distribuição até a rede atualmente existente, solução que exige cerca de 12 km de cabeamentos; a segunda consiste no estabelecimento de um sistema elétrico independente, também chamado de *off-the-grid* e que funciona como uma espécie de micro-infraestrutura. Sua função nesse momento é apresentar uma defesa de uma das duas propostas identificando os pontos positivos e negativos de cada uma.

Quais as características de cada solução? Quais os pontos positivos? Quais os pontos negativos? Em termos de custo de instalação e operação, quais as diferenças? Dentro do contexto proposto, qual solução você acredita ser mais adequada? Qual das soluções interfere mais na paisagem? Se a opção 2 for selecionada, qual fonte de geração de energia deveria ser considerada?

Para entender mais sobre os sistemas *off-grid*, consulte o link, disponível em: <<https://goo.gl/dwbxIG>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

Resolução da situação-problema

Nessa situação é importante aprofundar-se nas diferenças entre ambas as soluções. Por isso, sugere-se uma pesquisa mais aprofundada, além do uso do material teórico. Além disso, é importante que as características do seu município sejam consideradas. Ou seja, considerando as áreas afastadas, imagine se esses locais apresentam as características necessárias para geração de energia (no caso do sistema *off-grid*) ou se os custos (ainda que imaginados) para ambas soluções permitem identificar uma outra solução mais apropriada. Sua opção pode estar articulada também com as discussões dessa seção, relacionando-a aos conceitos de *smart grids* ou micro-infraestruturas.

Faça valer a pena

1. Um dos aspectos fundamentais do conceito de cidades inteligentes diz respeito ao alto volume de dados e informações geradas em tempo real, conhecidos como *Big Data*, e que podem ser utilizados para prever situações de risco, oferecer respostas rápidas, compreender hábitos de consumo etc.

Dentre as afirmações que seguem, quais são verdadeiras em relação ao uso das tecnologias de informação e comunicação na gestão das cidades?

(I) As TIC permitem a provisão de serviços mais adequados, seguros e economicamente viáveis.

(II) As TIC permitem a existência de sistemas de transporte seguros, baratos e acessíveis.

(III) As TIC não permitem a previsão de desastres.

- a) É correta apenas a afirmação I.
- b) São corretas as afirmações II e III.
- c) São corretas as afirmações I e III.
- d) São corretas as afirmações I e II.
- e) É correta apenas a afirmação II.

2. Em relação ao subsistema de geração e distribuição de energia elétrica, podemos citar as redes elétricas inteligentes (REIs - *Smart Grids*) como exemplo de soluções existentes em cidades inteligentes. Entendemos por redes elétricas inteligentes, as redes que se utilizam de tecnologias de informação e comunicação para monitoramento e controle da distribuição de eletricidade em tempo real, com fluxo bidirecional de energia e informações.

A medição inteligente consiste em um exemplo de tecnologia empregada nas redes elétricas inteligentes. O que podemos afirmar sobre ela?

- a) Consiste no conjunto de tecnologias de informação e comunicação (sensores, medidores, redes de comunicação, terminais etc.) que permitem a operação automática no sistema.
- b) Consiste no processo de geração de energia realizada próxima aos locais de consumo e/ou pelos consumidores.
- c) Consiste no processo de armazenamento da energia para uso posterior.

d) Consiste no uso de eletrodomésticos mais inteligentes que diminuem o consumo de energia elétrica.

e) Consiste na solução que permite a medição, em tempo real ou em períodos curtos, do consumo de energia.

3. Em relação ao subsistema de geração e distribuição de energia elétrica, podemos citar as redes elétricas inteligentes (REIs - *Smart Grids*) como exemplo de soluções existentes em cidades inteligentes. Entendemos por redes elétricas inteligentes as redes que se utilizam de tecnologias de informação e comunicação para monitoramento e controle da distribuição de eletricidade em tempo real, com fluxo bidirecional de energia e informações).

A geração distribuída consiste em um exemplo de tecnologia empregada nas redes elétricas inteligentes. O que podemos afirmar sobre esse tipo de tecnologia?

a) Consiste no conjunto de tecnologias de informação e comunicação (sensores, medidores, redes de comunicação, terminais etc.) que permitem a operação automática no sistema.

b) Consiste no processo de geração de energia realizada próxima aos locais de consumo e/ou pelos consumidores.

c) Consiste no processo de armazenamento da energia para uso posterior.

d) Consiste no uso de eletrodomésticos mais inteligentes que diminuem o consumo de energia elétrica.

e) Consiste na solução que permite a medição, em tempo real ou em períodos curtos, do consumo de energia.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2015**. São Paulo: ABRELPE. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

ARUP. **Designing with data**: Shaping our future cities, 2014. Disponível em: <http://publications.arup.com/Publications/D/Designing_with_data.aspx>. Acesso em: 15 mar. 2017.

BERNARDES, Maurício. Sistemas de armazenamento de energia: tendências para o setor elétrico. **PINI**, 26 nov. 2015. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/tecnologia-sustentabilidade/sistemas-de-armazenamento-de-energia-tendencias-para-o-setor-eletrico-366246-1.aspx>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 15 mar. 2017.

_____. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 15 mar. 2017.

_____. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 15 mar. 2017.

_____. **Lei 9.472 de 16 de julho de 1997**. Brasília, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9472.htm>. Acesso em: 15 mar. 2017.

_____. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Redes elétricas inteligentes**: diálogo setorial Brasil – União Europeia. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.mcti.gov.br/documents/10179/35540/Redes+El%C3%A9tricas+Inteligentes+-+Di%C3%A1logos+Setoriais+Brasil-Uni%C3%A3o+Europeia/1928a060-91ff-48e2-8479-ae590f0fd9a9>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

_____. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Cidades digitais**. 7 out. 2015. Disponível em: <<http://www2.mcti.gov.br/index.php/2016-11-29-22-24-23/cidades-digitais>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

BAKER, Bill; TRÉMOLET, Sophie. **Micro Infrastructure**: Regulators Must Take Small Operators Seriously. Viewpoint: Public Policy for the Private Sector, Washington: World Bank, 2000.

BATTY, Michael. Big Data, smart cities and city planning. *Dialogues in Human Geography*, v. 3, n. 3, 2013.

BOLAÑO, César Ricardo Siqueira; REIS, Diego Araújo. Infraestrutura de Telecomunicação e Difusão do Acesso no Brasil. In: Conferência da ACORN-REDECOM, 6., Valparaíso, 2012. **Anais...** Valparaíso, 2012.

CORTEZ, Ana Teresa Caceres. Aplicação de métodos e técnicas sustentáveis na gestão de resíduos sólidos. *GeoGraphos*, v. 7, n. 87, 2016.

CASTELLS, Manuel. Space of flows, space of places: material for a theory of urbanism in the information age. In: LEGATES, R. T.; STOUT, F. (Eds.). **The city reader**. Chicago: Urban Readers, 2011.

CORRELJÉ, Aad; SCHUETZE, Thorsten. Decentral water supply and sanitation. In: EGYEDI, T. & MEHOS, D. C (eds.). **Inverse Infrastructures**: Disrupting networks from below, p. 161-180, 2012.

DIAS, Leila Christina. Redes de Informação, grandes organizações e ritmos de modernização. **Etc, espaço, tempo e crítica**, v. 1, n. 2, 1 jul. 2007.

ECYCLE. **Tipos de sistemas fotovoltaicos**: on-grid e off-grid. 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/dwbxIG>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

EGYEDI, Tineke M.; DONNA, C. Mehos; VREE, W. G. Introducing inverse infrastructures. In: EGYEDI, T.; DONNA, C. Mehos (eds.). **Inverse Infrastructures**: Disrupting networks from below, p. 1-16, 2012.

FUNASA. **Manual de saneamento**, 2015. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/eng_saneam2.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2017.

HOORNWEG, Daniel ; BHADA-TATA, Perinaz. **What a waste**: a global review of solid waste management. World Bank, 2012. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2017.

IPEA. Situação Social das Catadoras e dos Catadores de Material Reciclável e Reutilizável -Brasil/dezembro 2013. **Movimento nacional dos catadores de materiais recicláveis**. 23 out. 2015. Disponível em: <<http://www.mncr.org.br/biblioteca/publicacoes/relatorios-e-pesquisas/situacao-social-dascatadoras-e-dos-catadores-de-material-reciclavel-e-reutilizavel-brasildezembro-2013>> . Acesso em: 15 mar. 2017.

ITS RIO. **Ronaldo Lemos**: blockchain, cidades inteligentes e democracia. I wired festival. 7 dez. 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=uuByqzPondc>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - INEE. **O que é geração distribuída**,

[s.d.]. Disponível em: <http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp>. Acesso em: 15 mar. 2017.

INTERNET LIVE STATS, Internet Users. 2017. Disponível em: <<http://www.internetlivestats.com/internet-users/#sources>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

LUKASIK, Stephen J. Why the Arpanet was built. *Annals of the History of Computing*. **IEEE Annals of the History of Computing**, v. 33, n. 3, p. 4-21, 2011.

MALDONADO, Ana Maria Fernandez. ICT infrastructure as a new challenge for the urban planning profession. In: ISOCARP CONGRESS, 41., 2005, Bilbao. **Anais...** Bilbao, 2005.

MARTIN, Richard. Armazenamento de energia em casa entra em uma nova era. **MIT Technology Review**. 17 set. 2015. Disponível em: <http://www.technologyreview.com.br/read_article.aspx?id=48225>. Acesso em: 15 mar. 2017.

MAYER-SCHONBERGER, Viktor; CUKIER, Kenneth. **Big Data: A revolution that will transform how we live, work and think**. Nova Iorque: Eamon Dolan/Houghton Mifflin Harcourt, 2013.

NEWCOMBE, Todd. Santander: The Smartest Smart City. **Governing: the states and localities**, 2014. Disponível em: <<http://www.governing.com/topics/urban/gov-santander-spain-smart-city.html>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

PINI. Coleta de lixo subterrânea e a vácuo. **Infraestrutura urbana: projetos, custos e construção**, 2011. n. 11. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/11/coleta-de-lixo-subterrenea-e-a-vacu-conheca-modelo-245157-1.aspx>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

PIRES, João. **Sistemas e redes de telecomunicações**. Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2006.

SCHÖNBERGER, Viktor M.; CUKIER, Kenneth. **Big data: a revolution that will transform how we live, work and think**. Nova Iorque: Houghton Mifflin Harcourt, 2013.

SANTOS, Plácida Leopoldina Ventura Amorim da Costa; CARVALHO, Angela Maria Grossi de. Sociedade da informação: avanços e retrocessos no acesso e no uso da informação. **Informação e Sociedade**, Florianópolis, v. 19, p. 45-55, 2009.

SILVA, Sivaldo. P. D.; BIONDI, Antonio. (Org.). **Caminhos para a universalização da internet banda larga**. São Paulo: Interozes, 2012.

SIQUEIRA, Thais Menina Oliveira de; ASSAD, Maria Leonor Ribeiro Casimiro Lopes. Compostagem de resíduos sólidos urbanos no Estado de São Paulo. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, p. 243-264, 2015.

SMART TUNNEL. **Special features**, s.d. Disponível em: <http://www.smarttunnel.com.my/construction/project_features.htm/>. Acesso em: 15 mar. 2017.

STIMMEL, Carol L. **Building smart cities: analytics, ICT, and Design Thinking**. CRC Press, 2016.

TAIT, Tânia Fátima. C. **Evolução da internet: do início secreto à explosão mundial**. Informativo PET Informática. 2007.

TAKAHASHI, Tadao. **Sociedade da informação no Brasil**: Livro Verde. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. Disponível em: <<https://www.governoeletronico.gov.br/documentos-e-arquivos/livroverde.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

THE WORLD BANK. **Internet users (per 100 people)**, 2017. Disponível em: <http://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.P2?cid=GPD_44&end=2015&locations=BR&page=6&start=1990&view=chart>. Acesso em: 15 mar. 2017.

THE LOCAL. **Spain's Santander hailed as global pioneering 'smart city'**, 2016. Disponível em: <<http://www.thelocal.es/20160409/spains-santander-becomes-global-pioneering-smart-city>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

UN-HABITAT. **The role of ICT in the proposed urban sustainable development goal and the new urban agenda**, 2014. Disponível em: <<http://unhabitat.org/the-role-of-ict-in-the-proposed-urban-sustainable-development-goal-and-the-new-urban-agenda/>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

UN-HABITAT. **State of the World's Cities 2012/2013**: Prosperity of Cities. Londres: ONU, 2012.

UNITED NATIONS TASK TEAM ON HABITAT III. Habitat III: issue papers 21 – smart cities. In: UNITED NATIONS CONFERENCE ON HOUSING AND SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT HABITAT, 3., 2016, Quito. **Anais...** Quito, 2016. Disponível em: <http://unhabitat.org/wp-content/uploads/2015/04/Habitat-III-Issue-Paper-21_Smart-Cities-2.0.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2017.

WAGENER, Wolfgang. **Connected and sustainable ICT infrastructure**. Connected Urban Development, 2008.

WIKIUNIVERSIDADE. **Cisterna já**. Disponível em: <https://pt.wikiversity.org/wiki/Cisterna_J%C3%A1>. Acesso em: 15 mar. 2017.

Anotações

[illegible]

Anotações

This image shows a full page of white paper with horizontal blue or grey ruling lines, typical of notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.

Anotações

[illegible]

Anotações

[illegible]



ISBN 978-85-8482-850-0



9 788584 828500 >