DESAFIOS PARA IMPLANTAÇÃO E REABILITAÇÃO DE REDES SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE PERNAMBUCO: UM EXEMPLO PRÁTICO NA CIDADE DO RECIFE

André Edson Lima de Andrade Silva [1]; Willams Francisco da Silva [2] & Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral [3]

RESUMO – A implantação e a reabilitação de redes subterrâneas de saneamento em áreas urbanas consolidadas impõem restrições técnicas relacionadas à presença de interferências, às condições geotécnicas do subsolo e aos impactos operacionais sobre a mobilidade urbana. Este trabalho discute a aplicabilidade de métodos não destrutivos (MND) como alternativa ao método convencional de vala a céu aberto, com ênfase na perfuração horizontal direcional (HDD). São abordados critérios para seleção do método executivo, incluindo profundidade de assentamento, diâmetro da tubulação, características do solo, nível do lençol freático e condicionantes urbanas. Como ilustração prática, apresenta-se a análise de um trecho do Sistema de Esgotamento Sanitário do Cordeiro, no Recife, inserido em contexto urbano e geotécnico desfavorável. A análise indica que, apesar das limitações operacionais do HDD em redes por gravidade e do maior custo direto de implantação, os MND podem representar a solução tecnicamente mais adequada em cenários urbanos complexos, pela redução de interferências superficiais e dos impactos socioambientais da obra.

ABSTRACT – The installation and rehabilitation of underground sanitation networks in consolidated urban areas impose technical constraints related to the presence of utility interferences, subsoil geotechnical conditions, and operational impacts on urban mobility. This paper discusses the applicability of trenchless technologies as an alternative to the conventional open-cut method, with emphasis on Horizontal Directional Drilling (HDD). Criteria for selecting the construction method are addressed, including installation depth, pipe diameter, soil characteristics, groundwater level, and urban constraints. As a practical illustration, the analysis of a section of the Cordeiro Sewerage System, in Recife, is presented within an unfavorable urban and geotechnical context. The analysis indicates that, despite the operational limitations of HDD in gravity sewers and its higher direct implementation cost, trenchless methods may represent the most technically appropriate solution in complex urban scenarios, due to the reduction of surface interferences and the mitigation of the socio-environmental impacts of construction works.

[1]) Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil.
Tel.: +5581997442400, E-mail: andre.edson@ufpe.br.
[2]) Universidade de Pernambuco – UPE, Departamento de Engenharia Civil.
Tel.: +55 81 9683-0977, E-mail: wfs@poli.br.
[3]) Escola Politécnica de Pernambuco (UPE) e Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (UFPE)
Tel.: +55 81 9987-8260, E-mail: jaime.cabral@poli.br.

Palavras-Chave – redes subterrâneas; implantação e reabilitação de redes; métodos não destrutivos (MND).

1 - INTRODUÇÃO

As grandes cidades, geralmente, enfrentam desafios comuns, decorrentes principalmente da elevada densidade demográfica e do planejamento urbanístico inadequado em longo prazo. Tais similaridades tornam-se mais evidentes quando as cidades são analisadas regionalmente, considerando fatores históricos análogos, como processos construtivos e dinâmicas de crescimento. No contexto brasileiro, a urbanização foi fortemente influenciada por ideais europeus, que estabeleceram bases administrativas nas cidades colônias (TERRA, 2012). A partir do século XIX, e especialmente na segunda metade do século XX, observou-se um intenso êxodo rural, resultando no crescimento acelerado de favelas urbanas.

A ausência de moradias e lotes, ou a oferta insuficiente a preços acessíveis, o trânsito intenso, o acúmulo de resíduos sólidos, a carência de infraestrutura para distribuição de água e coleta de esgoto, bem como a poluição dos corpos hídricos, figuram entre os principais desafios enfrentados pelas cidades brasileiras (SOUSA; TRAVASSOS, 2008). Segundo a Agência Nacional de Águas (2026), 63,2% da população urbana brasileira é atendida por rede de coleta de esgotos sanitários, 45,3% dispõem de sistema exclusivo para drenagem de águas pluviais urbanas e 93,4% é atendida por rede de abastecimento de água.

Diante desse cenário, observa-se uma alta demanda por instalações de novas redes para ampliação das infraestruturas existentes de água, esgoto e drenagem, além da necessidade de recuperação das tubulações já implantadas. Serviços como telefonia, internet, gás e energia elétrica também devem acompanhar o crescimento urbano, coexistindo de forma eficiente e minimizando os transtornos à população.

A instalação ou recuperação de redes subterrâneas pode ser realizada por dois métodos principais: o método de trincheiras (valas a céu aberto - VCA) e os métodos não destrutivos. O método de valas a céu aberto permanece como o mais utilizado no Brasil, devido ao menor custo com equipamentos e à exigência de mão de obra menos especializada. Contudo, esse método acarreta significativos transtornos à população.

Durante a execução pelo método tradicional, é necessária a interdição do trânsito ou de algumas faixas de rolamento, impactando transeuntes, moradores e comércio local. Muitas vezes, também, o processo envolve o uso de máquinas pesadas, sistemas de escoramento, rebaixamento do lençol freático, cortes no pavimento e elevado número de profissionais. Além disso, a abertura de valas representa riscos à vida dos transeuntes e trabalhadores, devido à possibilidade de quedas, desmoronamentos e acidentes com máquinas pesadas.

Estima-se que 70% do custo com a instalação de redes pelo método de trincheiras seja composto por aterros, compactação e pavimentação, serviços minimizados ou inexistentes nos métodos não destrutivos. Esses últimos apresentam diversas vantagens: menor perturbação ambiental, menor impacto no tráfego viário, uso mais eficiente do espaço subterrâneo, maior segurança, redução na geração de resíduos, menor necessidade de mão de obra e tempo de serviço reduzido. Embora o custo de execução pelo método de trincheiras seja 4% inferior ao dos métodos não destrutivos, o custo social — considerando os transtornos gerados à sociedade — é 603% maior. (DEZOTTI, 2008).

Em dezembro de 2025, o Governo do Estado de Pernambuco celebrou o leilão de concessão à iniciativa privada dos serviços de Distribuição de Água, Coleta e Tratamento de Esgoto e Gestão Comercial, em todas as mesorregiões do estado de Pernambuco. As empresas Pátria Investimentos, Acciona e BRK Ambiental foram selecionadas para operar esses serviços, com investimentos estimados em R$ 23,2 bilhões. O objetivo é atender mais de 170 municípios, junto ao distrito de Fernando de Noronha, garantindo que, até 2033, 90% da população seja contemplada com coleta e tratamento de esgoto e 99% com abastecimento de água, em conformidade com o Marco Legal do Saneamento. A Compesa permanece responsável pela captação, tratamento e fornecimento de água tratada nos municípios onde opera atualmente.

Dados da Agência Nacional de Águas (ANA) indicam que, em relação ao esgotamento sanitário, Pernambuco realiza coleta e tratamento apenas em 27% da população urbana, ao passo que Recife atinge 62%; por outro lado, apesar dos indicadores do sistema de abastecimento de água, se comparado aos de esgoto sejam superiores, apenas 28% da população urbana pernambucana possui um abastecimento satisfatório (ANA, 2013).

Diante desse cenário e com a presença dos entes privados, é grande a expectativa para uma forte injeção de recursos com a finalidade de fortalecer o sistema de abastecimento de água e de expandir o de esgotamento sanitário em Pernambuco, projetando-se um aumento significativo no volume de obras entre 2026 e 2033, período este em que será necessária a busca pelo cumprimento

das metas estabelecidas pelo Marco Legal. Sendo assim, o estado inteiro deverá se tornar um grande canteiro de obras, onde a utilização de métodos que menos impactam o dia a dia da população urge.

2 - FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA E ESTUDO DE CASO

A escolha do método de implantação e de reabilitação de redes subterrâneas deve considerar não apenas o custo construtivo, mas também os impactos sociais e ambientais. Métodos não destrutivos (MND), como a perfuração horizontal direcional (*Horizontal Directional Drilling* - HDD), representam alternativas viáveis para a redução dos custos sociais e para a promoção de cidades mais sustentáveis.

Atualmente, existem diversos Métodos Não Destrutivos para a recuperação e construção de redes. Na Tabela 1 podem ser observadas vantagens e desvantagens dos métodos para instalação cuja aplicação também pode ser direcionada para reabilitar tubulações danificadas.

Tabela 1 - Guia geral dos métodos de instalação de redes novas por métodos não destrutivos

Fonte: Palazzo (2025).

GUIA GERAL DOS MÉTODOS DE INSTALAÇÃO DE REDES NOVAS POR MND								
Critério Básico	**HDD**	**Direct Pipe**	**Microtúnel**	**Tubo Piloto**	**Perfuração a Trado**	**Cravação Pneumática**	**Tubo Cravado**	**Escavação Manual ou Tuneladora**
Diametro da Tubulação	50 mm > 1200 mm	750 mm > 1500 mm	750 mm > 2500 mm	100 mm > 1200 mm	300 mm > 1800	300 mm > 3000 mm	1000 mm > 3650 mm	1000 mm > 3650
Profundidade	4,5 m > 60 m	7,5 m > 50 m	4,5 m > 30 m	2,4 m a 9 m	2,4 m > 18 m	1,5 m > 7,5 m	3 m > 12 m	3m > 12 m
Extensão	60 m > 3000 m	150 m > 1200 m	60 m > 450 m	15 m a 90 m	15 m > 90 m	15 m > 90 m	60 m > 300 m	60 m >80 m
Extensão Máxima	> 3000 m	> 1500 m	600 m com estação intermediária	120 m	150 m com direção	120 m com direção	450 m com estação intermediária	300 m
Cobertura Mínima	> 7,5 m	2 x o diâmetro do tubo	2 x o diâmetro do tubo	1 m	2 x o diâmetro do tubo	5x o diâmetro do tubo	2 x o diâmetro do tubo	2 x p diâmetro do tubo
Angulos	Entrada 8° > 14° e Saida de 8° a 16°	Entrada 0° a 8° e Saida de 2° a 10°	Tipicamente < 2,5%	Tipicamente < 2,5%	Tipicamente < 2,5%	Tipicamente < 2,5%	Tipicamento < 2,5%	Tipicamente < 2,5%
Entrada no Subsolo	A partir da Superfície	Próximo da Superfície	Poço de Emboque	Poço de Emboque	Poço de Emboque	Poço de Emboque	Poço de Emboque	Poço de Emboque
Raio Mínimo de Instalação	Depende da Instalação e das tensões operacionais	Depende da instalação e Tensões operacionais	Geralmente Plano ou Inclinado	Geralmente Plano ou Inclinado	Geralmente Plano ou Inclinado	Geralmente Plano ou Inclinado	Geralmente Plano ou Inclinado	Geralmente Plano ou Inclinado
Pit ou Poço (Projeto)	Raso não engenheirado	Escoramento projetado para poços de lançamento raso, e poço de recepção raso, não projetado	Poços de Emboque e Recepção, projetados e com escoramento	Poços de Emboque e Recepção projetados e com escoramento	Poços de Emboque e Recepção, projetados e com escoramento	Poços de Emboque e Recepção projetados e com escoramento	Poços de Emboque e Recepção Projetados e com escoramento	Poços de Emboque e Recepção Projetados e com escoramento
Fundação	Tradicional	Projetada para as condições do local e o de recepção não projetado	Projetada para as condições locais de solo e cargas conhecidas	Projetada para as condições locais e cargas conhecidas	Projetada para as condições locais de solo e cargas conhecidas	Projetada para as condições locais de solo e cargas conhecidas	Projetada para as condições locais de solo e carga conhecidas	Projetada para as condições de solo e carga conhecidas
Coluna (Desfile)	Lado oposto a Perfuratriz	No lado da máquina	Segmentos estocados no lado do emboque	Segmentos estocados no lado do emboque	Segmentos estocados no lado do emboque	Segmentos estocados no lado do emboque	Segmentos estocados no lado do emboque	Tunnel Liner estocado do lado do emboque
Tensões de Instalação	Tensão, Flexão, Hidrostática ou todas	Compressão, Flexão, ambas e Flambagem da Coluna	Compressão e Flambagem	Compressão e Flambagem	Compressão e Flambagem	Compressão e Flambagem	Compressão e Flambagem	Compressão e Flambagem
Pressões Anulares	Do Fluido, Corte e Transporte do Cortado	Pressão da Lubrificação Hidrostática, e lama sob pressão	Pressão da Lubrificação Hidrostática e lama sob pressão	Pressão da Lubrificação Hidrostática	Pressão da Lubrificação Hidrostática e lama sob pressão	Pressão da Lubrificação Hidrostática e lama sob pressão	Pressão da Lubrificação Hidrostática	Pressão da Lubrificação Hidrostática
Cascalho, Matacos e Pedras	Alto risco de falha com 30% a 40% de conteudo	Razoável Rocha até 1/3 do diâmetro da cabeça, e 30% a 40% de cascalho	Razoável Rocha até 1/3 do diâmetro da cabeça e 30% a 40% de cascalho	Alto risco de falha	Razoável Rocha até 1/3 do diâmetro da cabeça	Tubo camisa pode ser dimensionado para engolir matacos	Risco médio de falha. O tunel pode ser acessado para remoção de obstruções	Risco médio de falha. O tunel pode ser acessado para remoção de obstruções
Solos Argilosos	Risco de Calço Hidráulico	Baixo Risco de Calço Hidráulico	Baixo Risco de Calço Hidráulico	Baixo Risco de Calço Hidráulico	Baixo Risco de Calço Hidráulico	Baixo Risco de Calço Hidráulico	Baixo Risco de Calço Hidráulico	Baixo Risco de Calço Hidráulico
Custo Relativo	$$	$$$$	$$$$	$$	$	$$	$$$	$$$

A adoção do método deve ser balizada pela análise de diversos e importantes fatores, tais como: espaço disponível para a instalação e operação de equipamentos; diâmetro e material; tipo de solo; profundidade e extensão da obra; etc.

O HDD tem-se consagrado no Brasil no quesito implantação de novas redes, por oferecer diversos benefícios, que vão desde uma diversidade de fornecedores disponíveis no mercado nacional – tendo os chineses como destaque cada vez maior pelo menor custo de aquisição dos equipamentos – como pela abrangência de diâmetros usuais das redes públicas de Saneamento.

No estado de Pernambuco, em especial na cidade do Recife, já se pode observar uma larga aplicação do HDD nas obras de ampliação da Rede de Distribuição de Gás Natural, da Companhia Pernambucana de Gás - COPERGÁS. Em contrapartida, na cidade, quando se fala das obras de Saneamento, sejam de Água, Esgoto e Drenagem, o HDD ainda é pouco presente, onde nessas ainda predomina a utilização do método tradicional de vala aberta, que traz consigo diversos desafios de aplicação em uma zona urbana, em especial para uma como a cidade do Recife, que possui um trânsito intenso e as obras acabam sendo um grande inconveniente para a população em geral, causando rejeição mesmo quando elas são extremamente necessárias.

Para o caso das reabilitações de redes existem outros métodos não destrutivos que também podem ser utilizados, além de alguns comuns em implantações. Tais métodos, apesar de alguns ainda não serem aplicados em larga escala no Brasil, vêm ganhando força, tanto por oferecerem uma significativa redução do impacto estrutural e social durante as obras, quanto pela ampliação de novas concessões de saneamento, somadas às arrojadas metas do Marco Legal. Dentre os métodos não destrutivos, os mais comuns para reabilitação, são: CIPP; PipePatch; PipeBursting; Inserção; Tubo Cravado; e o SPR®.

Seguindo o aquecimento do tema, as obras remanescentes do Sistema de Esgotamento Sanitário do Cordeiro (SES Cordeiro) vêm sendo realizadas pela Prefeitura do Recife. Os serviços, estimados em quase 200 milhões de reais, compreendem a finalização da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e de 06 Estações Elevatórias de Esgoto (EEE), assim como a implantação de 150 km de redes coletoras de esgoto (PREFEITURA DO RECIFE, 2024). Devido ao crescimento desordenado e o cenário densamente povoado da região, alguns dispositivos do SES, durante a fase de projeto, tiveram que ser alvo de análises mais complexas. Um exemplo claro de tal complexidade é o trecho final da rede, próximo à ETE, onde são encontradas profundidades por volta de 6,5 m, com trechos de rede de 600 mm de diâmetro.

Tais detalhes construtivos, somados às informações de caracterização do solo da região, que declaram baixa capacidade de suporte e lençol freático elevado, trazem grandes discussões na fase de planejamento. No caso em questão, devido à essas condições, foi amplamente discutida a metodologia a ser adotada para a escavação e implantação dos trechos de rede, sendo concluída a necessidade de aplicação da tecnologia de HDD para vencer as grandes dificuldades que seriam encontradas. O trecho no qual apresentou essa necessidade é compreendido entre os PVs 20 e 22, cuja extensão é por volta de 120 m, conforme pode ser visto na Figura 1.

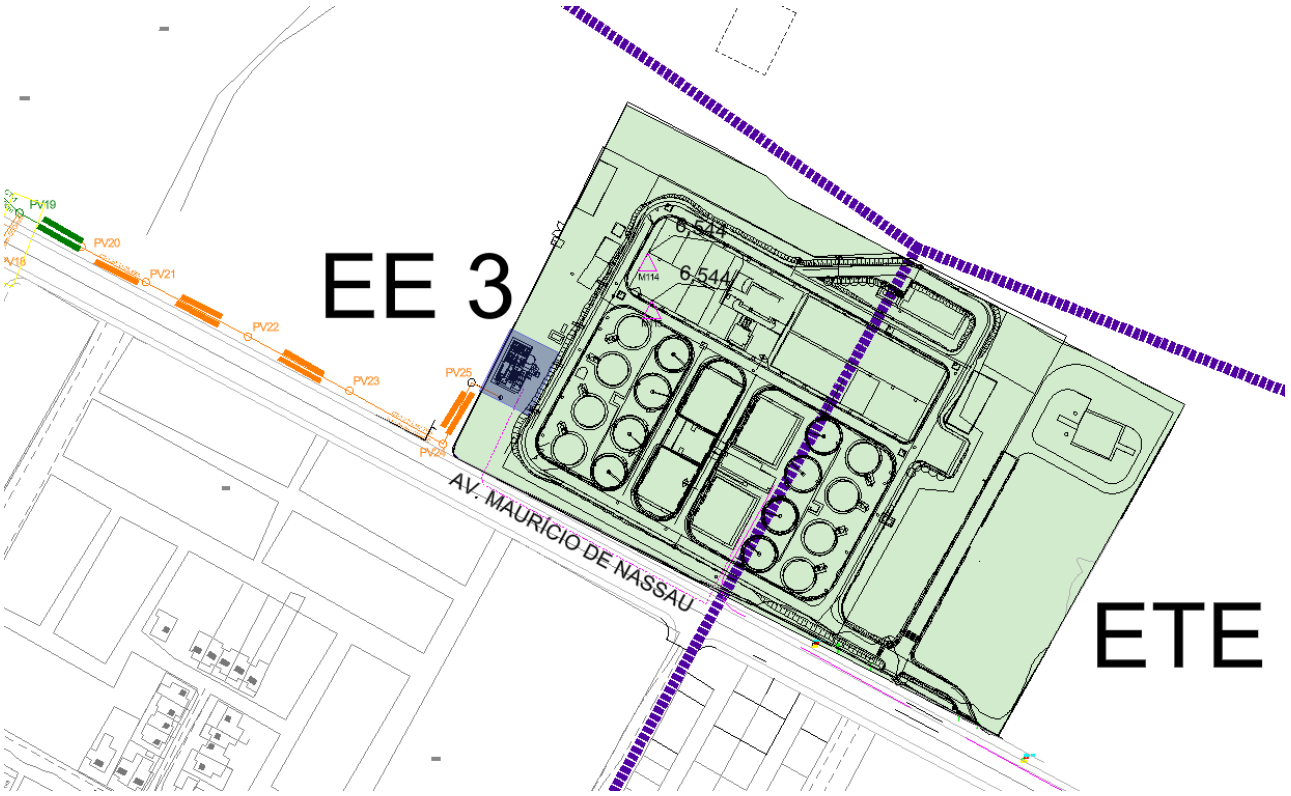


Figura 1 – SES Cordeiro 2021: Planta Geral (trecho final) – Rede de Esgotamento Sanitário - Projeto Executivo

Tal decisão não foi tomada de forma direta, uma vez que a tecnologia de MND apresenta limitações quanto à aplicação do HDD em redes por gravidade, especialmente em sistemas de esgoto, que operam com baixas declividades. Isso ocorre porque os equipamentos atualmente mais utilizados oferecem precisão apenas para declividades superiores a 1%. Entretanto, apesar de existirem métodos não destrutivos que possuem uma melhor precisão, como a solução de Tubo Cravado, o preço de aplicação desses outros métodos e a ausência de empresas com pessoal e

equipamentos especializados, convergem as decisões regionais para a concessão de utilização do furo direcional.

Um exemplo prático da dificuldade que seria encontrada, que corrobora com a decisão tomada, é a execução dos poços de visita, que teve que seguir a solução convencional de vala aberta, implicando na necessidade de instalação de escoramentos de contenção pesados e de equipamentos de rebaixamento de lençol freático de alta potência e vazão, como observado na Figura 2.



Figura 2 – SES Cordeiro 2026: Execução de Poços de Visita - Rede de Esgotamento Sanitário

De forma a melhor exemplificar os desafios oferecidos pelo terreno local, com o objetivo de conter os possíveis recalques no decorrer dos anos, tiveram que ser previstas soluções de fundação adicionais para estabilização dos poços, incomuns em projetos do tipo: estacas de perfil metálico e “abas” nas bases dos poços. As primeiras para alicerçar a estrutura em camadas de solo mais resistentes e as últimas com o objetivo de adicionar peso à estrutura a partir da solidarização da massa do próprio terreno, de forma a conter o empuxo do elevado lençol freático.

3 - CONCLUSÃO

É grande a atual demanda de implantação e reabilitação de redes de saneamento no estado de Pernambuco, em especial na região metropolitana e, ainda mais, na capital Recife. Em toda a RMR os desafios construtivos são demasiados, tendo em vista diversos fatores, dentre eles a elevada densidade populacional, o arranjo desordenado da infraestrutura urbana e as características do solo.

Tudo isso restringe decisões de projeto para soluções arrojadas e/ou inovadoras. Algo que contribui com a presença de engenharia de ponta no nordeste brasileiro, porém que ainda traz consigo métodos com elevados custos, os quais podem contribuir para as comuns paralisações de obras públicas, bem como inviabilizar a aplicação desses grandes projetos também pelo privado. Sendo assim, conclui-se que tais métodos podem ser as únicas ou as melhores soluções para desafios de implantação e reabilitação de redes, mas ainda urge a necessidade de discussões como a que foi realizada com o objetivo de promover uma maior presença dos métodos não destrutivos em uma das regiões mais carentes deste tipo de solução/tecnologia.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Saneamento**. Disponível em: https://www.ana.gov.br/saneamento/. Acesso em: 6 jan. 2026.

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Saneamento básico no Brasil**. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/saneamento-basico/saneamento-basico-no-brasil. Acesso em: 6 jan. 2026.

- DEZOTTI, Mateus Caetano. **Análise da utilização de métodos não destrutivos como alternativa para redução dos custos sociais gerados pela instalação, manutenção e substituição de infraestruturas urbanas subterrâneas**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

- RECIFE. Prefeitura do Recife avança com obras de Estação de Tratamento de Esgoto no Cordeiro. **Portal da Prefeitura do Recife**, Recife, 2 out. 2024. Disponível em: https://www2.recife.pe.gov.br/noticias/02/10/2024/prefeitura-do-recife-avanca-com-obras-de-estacao-de-tratamento-de-esgoto-no. Acesso em: 5 jun. 2026.

- SILVA, Lucia Sousa e; TRAVASSOS, Luciana. Problemas ambientais urbanos: desafios para a elaboração de políticas públicas integradas. **Cadernos Metrópole**, *[S. l.]*, n. 19, 2012. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/8708. Acesso em: 7 jun. 2026.

- TERRA, Antonia. **História das cidades brasileiras**. São Paulo: Melhoramentos, 2012.