

II-098 - DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA PREVISÃO DE CRESCIMENTO POPULACIONAL EM SUB-BACIA HIDROGRÁFICA

Gustavo Almeida Frata

Engenheiro Químico pela Universidade de Franca (UNIFRAN-Brasil), Mestre em Tecnologia Ambiental pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP-Brasil) e Doutorando em Tecnologia Ambiental (UNAERP-Brasil).

José Eduardo Freire

Administrador pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP-Brasil), Mestre em Engenharia de Produção (USP-SP) e Doutorando em Tecnologia Ambiental (UNAERP-Brasil).

Cristina Filomêna Pereira Rosa Paschoalato⁽¹⁾

Engenheira Química, Mestre e Doutora em Hidráulica e saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP) e docente pesquisadora do Programa de Mestrado e Doutorado em Tecnologia Ambiental da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP-Brasil).

Luciano Farias de Novaes

Engenheiro Civil e Mestre em Recursos Hídricos e Ambientais pela Universidade Federal de Viçosa (UFV-Brasil), Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (EESC-USP-Brasil) e docente pesquisador do Programa de Mestrado e Doutorado em Tecnologia Ambiental da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP-Brasil).

Endereço⁽¹⁾: Rua do Professor, nº 536 apto 123 - Bairro Jardim São Luís - Ribeirão Preto-SP - Brasil CEP: 14020-280 Tel: +55 (16) 98115-4139 E-mail: cpaschoa@unaerp.br

RESUMO

Todo município está sujeito a um crescimento populacional, e independente da intensidade deste crescimento, a gestão municipal deve estar preparada e munida de ferramentas técnicas para suprir as necessidades da população atual e da demanda futura. Dentro das diversas vertentes das quais a gestão municipal volta sua administração, o saneamento básico é o serviço de maior essencialidade devido a sua ligação intrínseca com a saúde humana. Nos quatro pilares do saneamento básico, tais como, o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, o manejo de resíduos sólidos e a drenagem das águas pluviais urbanas, este trabalho tem como objetivo servir de instrumento e ferramenta de auxílio à gestão do município apresentando uma metodologia alternativa para a previsão do crescimento populacional de uma sub-bacia hidrográfica. Neste contexto, foi aplicado a previsão de crescimento populacional em uma sub-bacia de esgotamento sanitário em um município do interior do estado de São Paulo. Com a previsão de crescimento populacional aplicado, foi possível prever de maneira segura a população máxima (população de saturação) que habitará a sub-bacia estudada, contribuindo assim para as projeções de demandas de água e esgoto, possibilitando um diagnóstico representativo do sistema de esgotamento sanitário da área de estudo.

PALAVRAS-CHAVES: Crescimento Populacional, sub-bacia hidrográfica, saneamento básico, esgotamento sanitário.

INTRODUÇÃO

No Brasil, os Planos de Saneamento Básico receberam destaque na Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, bem como nas inúmeras leis estaduais sobre políticas de recursos hídricos. Assim, essa lei instituiu a Política Nacional de Saneamento Básico (PNS), entendendo a promoção da salubridade ambiental como um objetivo permanente da Administração Pública Federal, a ser executada inclusive mediante a cooperação federativa dos Estados, Distrito Federal e Municípios, bem como com suas empresas, concessionárias e autarquias.

O Plano de Saneamento Básico é fundamentado na palavra ‘planejar’, onde o município, sendo titular dos serviços público de saneamento básico, organiza o que é necessário fazer em longo prazo nas áreas de

abastecimento de água, coleta, afastamento e tratamento de esgoto sanitário, drenagem pluvial, e de resíduo sólidos.

Todo município está sujeito a um crescimento, uns mais acentuados que outros, entretanto para todos, devem ser previstos através deste plano a necessidade de saneamento básico para novas moradias. Para tanto, é importante um diagnóstico preciso sobre o município, percebendo o que está bom e o que precisa ser melhorado. Cabe à gestão municipal ter ciência dos problemas passados e atuais, e na maioria dos municípios estes problemas já são questões alarmantes, e caso não haja um correto planejamento para aquisição e aplicação de recursos financeiros de maneira ordenada, o município pode entrar em colapso. Isso pode acarretar em falta de água para abastecimento, lançamento inadequado de esgoto doméstico ou mesmo transbordamento deste, pode “sobrar lixo” nas ruas ou mesmo não ter local adequado para dispô-lo, enchentes e alagamentos, enfim, trata-se de uma questão intrínseca com a saúde pública. A falta de água potável, incorreto lançamento de esgoto doméstico, falta de sistema de coleta de resíduos sólidos e enchentes podem acarretar em doenças para a população e infelizmente essa é uma realidade existente em vários municípios brasileiros.

O conhecimento da população atual e a projeção e/ou estimativa da população futura é uma variável indispensável nos projetos municipais principalmente aos projetos relacionados ao saneamento.

Segundo Borges et al. (2006), a determinação de uma população ou estimativa de uma população futura é de grande importância, pois é a base para qualquer projeto seja área de políticas públicas, novos padrões de consumo ou novas demandas no setor privado. Tal determinação permite observar, por exemplo, a viabilidade de um determinado modal de transporte público em uma cidade ou a necessidade de mais hospitais ou escolas, ou, até mesmo, o impacto ambiental em determinado local a partir do total populacional previsto para esta localidade durante um período.

Ter conhecimento do comportamento demográfico em um dado território e a possibilidade de visibilidade de seu comportamento futuro é uma importante variável para formulação e implementação de políticas públicas, em especial a de saneamento básico.

Para a obtenção da população atual de um dado território, por exemplo, pode-se recorrer aos dados disponibilizados pelo IBGE e com estas mesmas informações pode-se realizar as projeções populacionais futuras através de métodos e/ou modelos matemáticos.

Outra fonte para estes dados populacionais é o cadastro que as autarquias, concessionárias ou o órgão gerenciador possuem acerca do fornecimento do serviço de água e esgoto do município. É importante para este gerenciadores do serviço de saneamento básico municipal o cadastramento das unidades (economias) na qual fornecem água e coletam o esgoto gerado, assim podem gerir o serviço de modo organizado. Com estes dados de economias pode-se extrapolar na determinação da população atendida, ou mesmo na quantificação de vazão de assim for necessário.

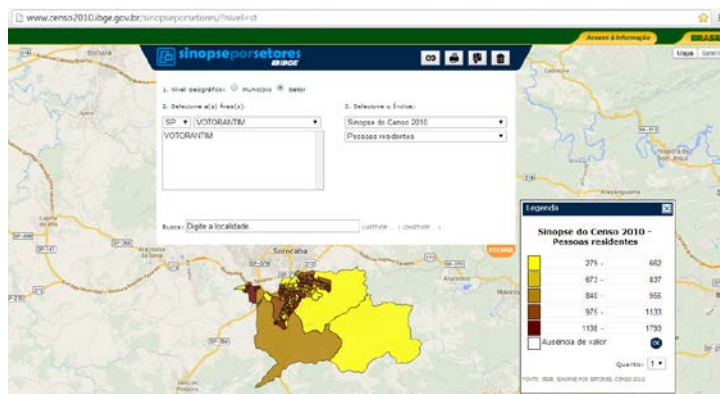
De encontro a gestão e gerenciamento do saneamento, este trabalho tem como objetivo servir de instrumento e ferramenta de auxílio ao município, apresentando uma metodologia alternativa para a previsão do crescimento populacional de uma sub-bacia hidrográfica, possibilitando prever de maneira segura a população máxima (população de saturação) que habitará a sub-bacia, obtendo projeções de demandas de água e esgoto representativas, possibilitando assim um diagnóstico mais seguro para o setor.

MATERIAIS E MÉTODOS

No estudo do crescimento populacional da sub-bacia, foi considerado os dados históricos, bem como a tendência de novos empreendimentos imobiliários na área. A estimativa do crescimento populacional se torna necessário uma vez que a geração de esgoto sanitário é diretamente proporcional à população da bacia de esgotamento sanitário.

No diagnóstico da região da sub-bacia de estudo, foi realizado o levantamento da população existente nesta bacia. Para tanto, procedeu-se primeiramente com o levantamento das informações do IBGE (2010), extraídas dos dados dos setores censitários da região de estudo.

Na Figura 1, é apresentada a página do site do IBGE (2010), com as informações da sinopse censitária do município de estudo, objetivando obtenção de dados de Pessoas Residentes. Para o Estado de São Paulo, as informações mais recentes de sinopse por setor são de 2010.



**FIGURA 1. Página do site IBGE da sinopse por setores do município de Votorantim-SP.
Fonte: IBGE (2010)**

Com o mapa do município, os setores censitários e o número de pessoas residentes por setor, procedeu-se com a sobreposição dos limites físicos do município e dos limites das sub-bacias. Com a região da sub-bacia do em estudo delimitada, calculou-se o número de pessoas residentes dos setores relacionados a esta sub-bacia.

A sub-bacia que compõe o sistema estudado foi delimitada conforme as características topográficas e do sistema esgotamento sanitário existente. Esta sub-bacia, têm seus esgotos drenados para a Estação de Tratamento de Esgoto - ETE composta por tratamento preliminar e tratamento biológico (lodos ativados de aeração prolongada - batelada).

Para a obtenção de dados populacionais de forma a propor uma sobreposição com as informações obtidas através dos setores censitários, foi realizado um levantamento das informações de número de economias da sub-bacia em estudo.

O número de economias é uma unidade de consumo de água independente para efeito de faturamento da concessionária. Sendo assim, economia é cada edifício onde existe medição (ou micromedição) da água consumida por este, para fins de contabilização e cobrança do serviço fornecido por parte da concessionária do serviço de água e esgoto. Estas economias podem ter características de ordem residencial, comercial, industrial ou públicas. Há casos que uma ligação atende duas ou mais economias. A título de exemplo, para um lote residencial constituído de duas residências independentes, com ligações de água próprias, será contabilizado duas economias.

Para a obtenção do número de economias da sub-bacia em estudo, foram solicitados documentos junto a concessionária de serviços de água e esgoto do município, tendo como resposta as planilhas que contabilizam os números de economias e suas características, bem como os consumos de água de cada economia desta região.

Para a realização do prognóstico, foi realizado a estimativa da população futura através do mapeando das áreas (m²) de possível expansão localizadas nos limites circunvizinhos das áreas já habitadas, conforme apresentado na Figura 02.

Além da população destas áreas de possível expansão, foram computados também a população das áreas onde há a existência de loteamentos e/ou condomínios já em construção e as áreas onde existem projetos já aprovados para empreendimentos habitacionais.

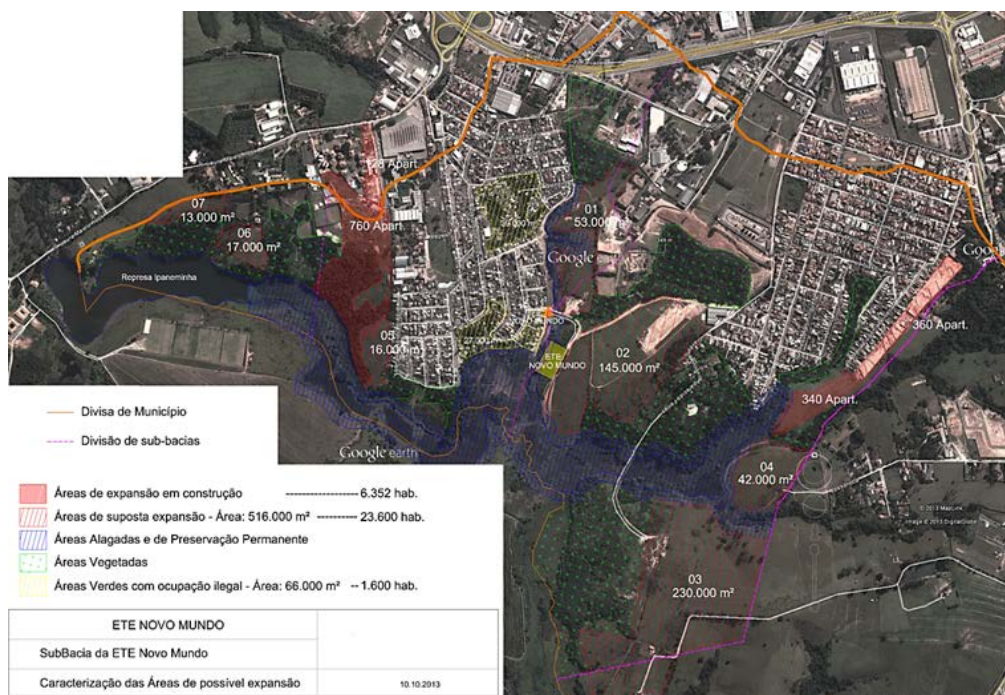


FIGURA 02. Mapeamento das áreas de possível expansão, localizadas nos limites circunvizinhos das áreas já habitadas da sub-bacia de estudo - imagem obtida do Google Earth.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A população atendida da sub-bacia de estudo, segundo dados dos setores censitários do IBGE (2010) do município em estudo é de 10.310 habitantes, 9% da população total do município (115.585 hab.). A Tabela 1 apresenta os setores da sinopse do município e na Figura 2 a representação esquemática dos setores censitários.

TABELA 1 – Resultados da população média de moradores por domicílio ocupado em função dos setores da sinopse

Setor censitário	População (habitantes)	Média de moradores por domicílio ocupado
A	1.015	3,56
B	1.660	3,56
C	450	3,2
D	1.423	3,88
E	1.056	3,2
F	1.453	3,56
G	1.221	3,56
H	948	3,88
I	1.084	3,88
Total	10.310	3,59 (média total)

Os dados de número de ligações fornecidos pela Concessionária do município, estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que o número de economias é maior que o número de ligações. Numa ligação, em geral, o ramal derivado da rede de abastecimento de água se localiza na testada do imóvel. Este único ramal em cada lote, pode ser ramificado em mais economias. Em outras palavras, economia é uma unidade de consumo de água independe para efeito de faturamento da concessionária.

TABELA 2 – Número de ligações água com micromedição e economias no período de janeiro a julho de 2013 da sub-bacia de estudo.

Bairro	Número de ligações	Nº de economias ¹			
		Res ²	Com ³	Ind ⁴	Pub ⁵
X	726	819	39	0	11
Y	1.443	1.491	61	0	9
Z	309	311	4	0	2
TOTAL	2.478	2.621	104	0	22
			2.747		

¹ número de economias é a quantidade de imóveis atendidos por ligações de água com micromedição do volume consumido; ² residencial: tipo de economia; ³ comercial: tipo de economia; ⁴ industrial: tipo de economia; ⁵ pública: tipo de economia – utilidade pública.

A Tabela 3 apresenta os consumidores (número de ligações) que lançam esgoto na rede da concessionária. O número destes consumidores é maior que os números mostrados anteriormente (consumidores de água) devido a um grande consumidor, um condomínio, que tem seu abastecimento de água realizado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Sorocaba e o lançamento dos esgotos ser feito na rede da concessionária de Votorantim.

TABELA 3 – Número de ligações de esgoto e economias no período de janeiro a julho de 2013 da sub-bacia de estudo.

Bairro	Número de ligações	Nº de economias			
		Res	Com	Ind	Pub
X	662	951	38	0	10
Y	1.422	1.467	61	0	9
Z	307	311	4	0	2
TOTAL	2.391	2.729	103	0	21
			2.853		

Esta tabela apresenta os consumidores que lançam seus esgotos na rede da concessionária. Os dados variam com tabela anterior devido a existência de economias que consomem água da concessionária e não lançam o esgoto na rede da mesma ou o oposto também ocorre, lançam esgoto na rede da concessionária, mas não consome água abastecida pela mesma.

A sub-bacia em estudo também apresenta áreas verdes que foram ocupadas de forma irregular pela população, possuem ligações de água irregulares e os esgotos domésticos lançados diretamente no corpo d'água receptor. Os locais denominados Áreas Verdes com Ocupação Ilegal possuem uma área aproximada de 66.000m² e terá a tendência de ser desocupada com programas de 'desfavelamento', segundo informações transmitidas pela prefeitura. Nesta área residem aproximadamente 400 famílias, cerca de 1.424 habitantes.

De acordo com os dados do número de ligações, pode-se atribuir um número de habitantes, de acordo com o tipo de economia, para assim determinar a previsão do crescimento da população desta sub-bacia de estudo. A Tabela 4 apresenta o número de habitantes de acordo com o número de economias, relacionadas ao lançamento de esgoto na rede da concessionária, e a população apresentada pelos dados censitários do IBGE.

TABELA 4 – Número de habitantes de acordo com o número de economias e de acordo com os dados do IBGE.

População pelo número de economias (hab.)		População área irregular	População IBGE (hab.)
Residencial	Comercial		
9.715 ¹	103		
9.818		1.424	
11.242			10.310

¹ valor obtido pelo produto do número de economias com lançamento de esgoto na sub-bacia de estudo, pela média de moradores por domicílio ocupado (taxa de 3,56 – IBGE).

Foi realizado um mapeamento e uma caracterização das áreas de expansão da sub-bacia em estudo (áreas atualmente vazias), cuja área determinada foi de 516.000m², estimando-se um adicional de 23.600 habitantes.

A Tabela 5 apresenta as áreas de expansão da sub-bacia em estudo, com suas características e população determinadas. A área de expansão da sub-bacia em estudo pode ser dividida em dois grandes grupos:

a) Desta área de expansão, cerca de 244.000 m² serão destinados à construção de características populares, de média e baixa renda, com previsão de 19.520 habitantes, com predominância de aptos/moradias.

b) Para o restante desta área de expansão, 272.000 m², estão previstos construções com características de classe média e média alta renda, com predominância de casas em condomínio, sobrados, geminados, e apartamentos, com previsão de 4.080 habitantes.

TABELA 5 – Ocupação das áreas de expansão da sub-bacia de estudo

Região	Área (m ²)	Tipo de ocupação	Habitantes
1	53.000	Média/baixa renda	4.240
2	145.000	Média/baixa renda	11.600
5	16.000	Média/baixa renda	1.280
6	17.000	Média/baixa renda	1.360
7	13.000	Média/baixa renda	1.040
Subtotal	244.000	-	19.520
3	230.000	Média/média-alta renda	3.450
4	42.000	Média/média-alta renda	630
Subtotal	272.000	-	4.080
Total	516.000	-	23.600

Existem ainda quatro empreendimentos habitacionais em fase de aprovação/construção dentro da Sub Bacia em questão, apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 – Estimativa da vazão de esgoto dos empreendimentos em Construção da Área de Expansão.

Empreendimentos novos	Quantidade	Tipo	Área (m ²)	hab./ Apart.	Total hab.
I	128	apart.	8.282,07	4	512
II	760	apart.	129.700,85	4	3.040
III	360	apart.	25.214,43	4	1.440
IV	340	apart.	38.225,71	4	1.360
Total	1588	-	201.423,06	-	6.352

A população futura total, onde atribui-se a população estimada das áreas de expansão e dos novos empreendimentos, é apresentada na Tabela 7.

TABELA 7 – Demanda populacional futura global da área de expansão da sub-bacia de estudo.

Local	Área (m ²)	População (hab.)
Novos empreendimentos	201.423	6.352
Áreas de expansão	516.000	23.600
Total	717.423	29.952

Conforme apresentado, verifica-se que a região da sub-bacia de estudo, cuja populacional atual foi calculada em 11.242 habitantes, possui um alto potencial de incremento populacional, podendo chegar a população futura total de 41.194 habitantes (população atual + 29.952 habitantes).

CONCLUSÕES

A partir desta metodologia alternativa para previsão de crescimento populacional em sub-bacia hidrográfica, foi possível prever de maneira segura a população máxima (população de saturação) que habitará a sub-bacia de referência. Verifica-se que cada sub-bacia apresenta sua particularidade, relativa às características de ocupação atual, às variáveis geográficas e às características pertinentes ao uso e ocupação do solo.

É de fundamental importância o conhecimento da população total que poderá habitar uma sub-bacia hidrográfica, devido a esta ser a informação base para a gestão e gerenciamento do saneamento básico, principalmente no que tange às demandas de água, esgotamento sanitário, geração de resíduos sólidos e drenagem urbana.

Diferentemente dos métodos de previsão populacional geralmente aplicados, tais como crescimento aritmético, crescimento geométrico, curva logística, dentre outros, a alternativa para previsão de crescimento populacional em sub-bacia hidrográfica apresentada leva em consideração às particularidades locais e como resultado, apresenta uma projeção populacional futura com maior representatividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010) **Sinopse por Setores – Sinopse do Censo 2010 – Média de Moradores por Domicílio Ocupado**. Votorantim/SP. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/?nivel=st>>. Acesso em: 20 de agosto de 2013.
2. BORGES, A. S. et al. (2006) **Projeções populacionais no Brasil: subsídios para seu aprimoramento**. Disponível em: <www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/doc_spdf/ABEP2006_901>. Acesso em: 18 de agosto de 2013.
3. ____ Brasil. (2007) **Lei Nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico