

MONITORAMENTO DAS NASCENTES URBANAS DA CIDADE DE ARAXÁ ATRAVÉS DA METODOLOGIA DE ÍNDICE DE IMPACTOS AMBIENTAIS MACROSCÓPIOS

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais verificamos continuamente as modificações causadas no ambiente urbano e suas implicações sobre diversos ciclos, dentre eles o ciclo hidrológico. Nesse ciclo temos diversas etapas fundamentais que iram demonstrar a continuidade ou quebra do ciclo por alguma interferência que seja continua ou parcial, desde que estudada e verificada.

Para entendermos essa temática do ciclo hidrológico devemos, primeiramente, observar as diversas mudanças que são aferidas à ele no ambiente urbano. Basicamente, segundo FINOTTI *et al* (2009), temos os seguintes fenômenos no ciclo hidrológico: evaporação, condensação, precipitação, interceptação, infiltração e escoamento superficial e subterrâneo. Ainda segundo o mesmo autor, as modificações do ambiente urbano podem gerar impactos tanto na qualidade quanto na quantidade de água disponível. Direcionando esse pensamento para o fluxo de água subterrânea, verificamos que o mesmo representa a principal reserva de água do sistema hidrológico, e que, de certa forma sente interferências de diversos fatores superficiais, como: a falta de vegetação que pode diminuir a quantidade de água infiltrada e conseqüentemente a reserva de água subterrânea, aliado a esse fator temos a impermeabilização do solo urbano que diminui drasticamente a parcela de água infiltrada no sistema. Esses pontos caracterizam a importância do estudo do ciclo hidrológico como um todo aliado a questão da água subterrânea e os fatores que a ela interferem.

Visando retratar esses pontos, esse artigo irá demonstrar o estudo realizado sobre as nascentes urbanas da cidade de Araxá – MG. O referido estudo foi realizado visando mapear as nascentes através das suas coordenadas geográficas além da realização da metodologia do Índice de Impacto Ambiental Macroscópico – IIAM.

2. IMPACTOS URBANOS NOS RECURSOS HÍDRICOS

Analisando os diversos tipos de impactos acarretados no espaço urbano pode-se, inicialmente, selecionar alguns dos impactos positivos muita das vezes não observados, dentre eles:

- Acesso a escolas;
- Acesso a saúde e medicamentos;
- Acesso a benefícios públicos e privados;
- Maior diversidade de empregos oferecidos;

Levando-se em conta que os fatores acima são pontos garantidos por lei, esses “impactos positivos” são garantias de qualquer cidadão e, portanto, uma obrigação do gestor municipal.

Ao analisar-se os impactos negativos, observa-se que esses são mais enfáticos e de solução mais complicada do que quando observados em ambiente rural.

Philippi Jr (2009) página 5, diz que o meio ambiente urbano é caracterizado por ser um ecossistema onde as mudanças são mais significativas, ocasionando características muito alteradas. Dentre as principais características deste ambiente o autor destaca as seguintes:

- Alta densidade demográfica;
- Relação desproporcional entre ambiente construído e ambiente natural;
- Importação de energia para manter o sistema em funcionamento;
- Elevado volume de resíduos;
- Alteração significativa da diversidade biológica nativa, com a retirada das florestas e a importação de espécies vegetais e animais;
- Desbalanceamento dos principais ciclos biogeoquímicos, como o ciclo d’água, do carbono, do nitrogênio e do fósforo; impermeabilização do solo e a alteração de cursos d’água;

É possível verificar que todas essas pressões sucumbem para diversos tipos de mudanças no ambiente. O mesmo autor relatou essas mudanças, no caso climáticas, de acordo com o seguinte quadro:

Quadro 1: Média de mudanças climáticas locais observadas nos espaços urbanos em relação à área rural

INDICADOR DE MUDANÇA	MÉDIA DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS LOCAIS OBSERVADAS NOS ESPAÇOS URBANOS EM RELAÇÃO À ÁREA RURAL
Material particulado	10 vezes maior

Temperatura	0,5 a 1,5% (aumento)
Precipitação	5 a 15% (aumento)
Umidade relativa	6% menor
Velocidade dos ventos	25% menor

Fonte: Ehrlich *apud* Philippi Jr 2009

Neste quadro é possível verificar algumas das diversas modificações ocasionadas por fatores como os descritos anteriormente pelo autor. A quantidade de resíduos, a aglomeração de pessoas, a falta de espaços naturais capazes de amortecer os diversos tipos de impactos do meio construído, dentre diversos outros tipos de fatores ocasionam as modificações relatadas anteriormente no quadro 1.

Outro ponto importante da urbanização se relaciona com a modificação na quali-quantidade dos recursos hídricos.

Finotti *et al* (2009), relaciona uma bacia do meio urbano com uma no meio rural. De acordo com a autora em uma bacia no meio rural existem diversos fatores que solubilizam a intensidade de uma precipitação no espaço e no tempo. A vegetação amortece a força e velocidade das chuvas antes que a mesma intercepte o solo. No espaço urbano não há esse fator devido à alta impermeabilização do solo e falta de espaços arborizados, o que aumenta o escoamento superficial e conseqüentemente o risco a enchentes. Outro ponto das áreas urbanas citado pela autora é o fato da alta contribuição de sedimentos dessas regiões para os cursos d'água que a perpassam, causando o assoreamento a jusante das mesmas.

Quadro 2: Impactos ambientais urbanos e suas conseqüências para a dinâmica das nascentes

IMPACTOS	CONSEQUÊNCIAS GERAIS NO SISTEMA HÍDRICO	CONSEQUÊNCIAS PARA AS NASCENTES
Impermeabilização do solo	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da quantidade e da velocidade do escoamento superficial. • Redução da recarga de aquíferos. • Intensificação dos processos erosivos, aumento da carga sedimentar para os cursos d'água, assoreamento e inundações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Descaracterização. • Redução da vazão. • Desaparecimento.
Resíduos (combustível, esgoto, lixões, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição das águas subterrâneas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução na qualidade da água.
Retirada de água subterrânea	<ul style="list-style-type: none"> • Rebaixamento do nível freático. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da vazão. • Desaparecimento.
Substituição da cobertura	<ul style="list-style-type: none"> • Intensificação dos 	<ul style="list-style-type: none"> • Descaracterização.

vegetal	processos erosivos, assoreamento, inundações. <ul style="list-style-type: none"> • Diminuição da retenção de água. • Aumento da energia dos fluxos superficiais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da vazão. • Desaparecimento.
Construções	<ul style="list-style-type: none"> • Drenagem de nascentes. • Aterramento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Descaracterização. • Desaparecimento.
Canalização de rios	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da velocidade e da energia dos fluxos. • Alteração no padrão de influência/efluência dos rios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Descaracterização. • Redução da vazão.
Ilha de calor	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração no padrão de chuvas. • Alteração no padrão de recarga. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração da vazão.

Fonte: Fellipe [s. d.]

Nesse quadro Fellipe [s. d.] demonstra os impactos das atividades urbanas sobre as nascentes que se encontram no mesmo espaço. É possível verificar que todos os impactos são comuns à áreas urbanas o que agrava ainda mais a situação dos recursos hídricos como um todo.

3. LEGISLAÇÃO REFERENTE ÀS MATAS CILIARES

Algumas leis referentes às matas ciliares em áreas urbanas tratam da importância de se levar em conta as peculiaridades de cada região na questão da implantação do saneamento básico como é o caso da Lei 11.445 de 2007, que trata sobre as diretrizes nacionais para o saneamento básico, dentre outros pontos.

O Brasil sendo um país continental possui singularidades em diversas regiões, e essas singularidades devem ser levadas em consideração, sejam elas relacionadas a operacionalidade do sistema de saneamento, questões sociais, financeiras, dentre outras.

A Lei 9.433 de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, dentre outros. Nessa lei observa-se novamente a questão da adequação da gestão às diversidades regionais do Brasil em seu artigo terceiro.

Ao analisarmos a questão da importância da mata ciliar para áreas urbanas deve-se analisar a lei 12.651 de 2012 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Verifica-se na referida lei o que vem a ser mata ciliar ou área

de preservação permanente, a importância dessas áreas para a preservação dos recursos hídricos bem como outros fatores que estão atrelados aos mesmos, como a paisagem e a estabilidade geológica, dentre outros. Outro ponto importante é a metragem do raio das áreas de preservação permanente para nascentes, haja visto que cada curso d'água possui uma metragem diferente. A questão dessas áreas em ambientes urbanos que na lei anterior, Lei 4.771 de 1.965, havia sido definida como sendo de acordo com o plano diretor e a lei de uso e ocupação do solo do município, já na presente lei que substitui a anterior é estabelecido o valor de 30 metros para zonas urbanas. Outro ponto bastante relevante é a questão da função de contenção da erosão e assecuração do bem-estar-público que essas áreas representam para a micro-região que estão inseridas, ficando estipulado o valor de 50 metros de raio mínimo para nascentes.

Ainda de acordo com a mesma Lei, as áreas de preservação permanente são destinadas, dentre outras, as finalidades de proteger contra riscos de deslizamento de terra e rocha bem como conter enchentes, se esse artigo fosse obedecido em áreas urbanas os diversos problemas causados, principalmente nas áreas urbanas, não ocorreriam, pois essas áreas estariam executando sua real função de contenção. Outro ponto importante, também relatado no trecho destacado se refere à questão de bem estar público assegurado pelas áreas de preservação permanente.

Foto 1: Área de preservação permanente conservada em Araxá - MG



Área de
Preservação
Permanente
conservada.

Fonte: Google earth 2013

Foto 2: Áreas de preservação permanente sem conservação em Araxá - MG



Área de
Preservação
Permanente 1 –
com mata sem
conservação.

Área de
Preservação
Permanente 2 -
sem mata
conservada.

Fonte: Google earth 2013

Nas duas fotos acima é possível verificar novamente a disparidade de conservação de áreas de preservação permanente na cidade de Araxá – MG. Na Foto 3 tem-se uma área conservada em uma região valorizada do ponto de vista imobiliário, corresponde a área da Foto 1. Nesse caso a área de preservação permanente realiza toda a sua função estipulada por lei. No caso da Foto 4 tem-se duas áreas de preservação permanente. A área 1 corresponde a Foto 2, caracteriza-se por ser uma área com mata mas que não desempenha sua função estipulada por lei. Já no caso da área 2 não há nem mesmo vegetação não havendo com isso o que é garantido por lei.

Finotti *et al* (2009), salienta a importância da vegetação para a distribuição de água em um manancial. Segundo o autor essas áreas contribuem no processo de interceptação, precipitação interna, escoamento pelo tronco e fluxos de água no solo, além do deflúvio final da bacia. Regula ainda o microclima e a conservação do solo.

As funções hidrológicas desses ecossistemas podem ser resumidas da seguinte forma:

- Estabilizam a área crítica, que são as ribanceiras do rio, pelo desenvolvimento e pela manutenção de um emaranhado radicular;

- Funcionam como tampão e filtro entre os terrenos mais altos e o ecossistema aquático, participando do controle do ciclo de nutrientes na bacia hidrográfica, pela ação tanto do escoamento superficial quanto da absorção de nutrientes do escoamento subsuperficial pela vegetação ciliar;
 - Atuam na diminuição e filtragem do escoamento superficial, impedindo ou dificultando o carreamento de sedimentos para o sistema aquático, e contribuindo, dessa forma, para a manutenção da qualidade da água nas bacias hidrográficas;
 - Promovem a integração com a superfície da água, proporcionando cobertura e alimentação para peixes e outros componentes da fauna aquática;
 - Por meio de suas copas, interceptam e absorvem a radiação solar, contribuindo para a estabilidade térmica dos pequenos cursos d'água;
- LIMA (2003) *apud* FINOTTI *et al* (2009), página 55 e 56.

O trecho acima reforça a ideia da lei 12.651 de 2012, que mostra toda a importância das áreas de preservação permanente.

4. NASCENTES URBANAS DA CIDADE DE ARAXÁ

A Prefeitura Municipal de Araxá através de seu plano diretor estratégico aprovado em 2002 propôs a recuperação e preservação das nascentes nos limites da área urbana do município de 93,52 km firmando em 13/06/2007, em convênio de cooperação mútua, com a COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais, para recuperação, preservação e conservação de nascentes. Através de proposta inicial elaborada pelo IPDSA - Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Sustentável de Araxá indicou 17 nascentes para serem cercadas. No presente trabalho foram localizadas, georreferenciadas e analisadas 24 nascentes que se localizam no perímetro urbano da cidade. Outro ponto levantado foi a aplicação da metodologia do índice de impacto ambiental macroscópico para nascentes, sugerido por Gomes *et al* (2005). Essa metodologia é descrita a seguir:

Quadro 3: Metodologia do índice de impacto ambiental macroscópico para nascentes

PARÂMETRO MACROSCÓPIO	RUIM (1)	MÉDIO (2)	BOM (3)
Cor da água	Escura	Clara	Transparente
Odor	Forte	Com odor	Não há
Lixo ao redor	Muito	Pouco	Não há
Materiais flutuantes (lixo na água)	Muito	Pouco	Não há
Espumas	Muito	Pouco	Não há
Óleos	Muito	Pouco	Não há

Esgoto	Visível	Provável	Não há
Vegetação	Degrada ou ausente	Alterada	Bom estado
Usos	Constante	Esporádico	Não há
Acesso	Fácil	Difícil	Sem acesso
Equipamentos urbanos	A menos de 50 metros	Entre 50 e 100 metros	A mais de 100 metros

Fonte: Gomes *et al* (2005) *apud* Fellipe [s. d.].

Quadro 4: Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos (somatória dos pontos)

CLASSE	GRAU DE PROTEÇÃO	PONTUAÇÃO
A	Ótimo	31 – 33
B	Bom	28 – 30
C	Razoável	25 – 27
D	Ruim	22 – 24
E	Péssimo	Abaixo de 21

Fonte: Gomes *et al* (2005) *apud* Fellipe [s. d.].

A seguir fotos das nascentes localizadas:

Foto 3: Nascente 1



Fonte: Autores, 2013

Foto 4: Nascente 2



Fonte: Autores, 2013

Foto 5: Nascente 3



Fonte: Autores, 2013

Foto 6: Nascente 4



Fonte: Autores, 2013

Foto 7: Nascente 5

Foto 8: Nascente 6



Fonte: Autores, 2013
Foto 9: Nascente 7



Fonte: Autores, 2013
Foto 10: Nascente 8



Fonte: Autores, 2013

Foto 11: Nascente 9



Fonte: Autores, 2013

Foto 12: Nascente 10



Fonte: Autores, 2014

Foto 13: Nascente 11



Fonte: Autores, 2014

Foto 14: Nascente 12



Fonte: Autores, 2014



Fonte: Autores, 2014

Foto 15: Nascente 13



Fonte: Autores, 2014

Foto 16: Nascente 14



Fonte: Autores, 2014

Foto 17: Nascente 15



Foto 18: Nascente 16



Fonte: Autores, 2014

Foto 19: Nascente 17



Fonte: Autores, 2014

Fonte: Autores, 2014

Foto 20: Nascente 18



Fonte: Autores, 2014

Foto 21: Nascente 19



Fonte: Autores, 2014

Foto 22: Nascente 20



Fonte: Autores, 2014

Foto 23: Nascente 21



Fonte: Autores, 2014

Foto 24: Nascente 22



Fonte: Autores, 2014

Foto 25: Nascente 23



Fonte: Autores, 2014

Foto 26: Nascente 24



Fonte: Autores, 2014

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Índice de Impactos Ambientais Macroscópicos levantados nas nascentes urbanas de Araxá – MG.

NASCENTE	CLASSIFICAÇÃO DO IIAM	CLASSE
1	32	ÓTIMO
2	18	PÉSSIMO
3	22	RUIM
4	28	BOM
5	18	PÉSSIMO
6	28	BOM
7	29	BOM
8	32	ÓTIMO
9	28	BOM
10	27	RAZOÁVEL
11	35	ÓTIMO
12	30	ÓTIMO
13	32	ÓTIMO
14	29	BOM
15	23	RUIM
16	20	PÉSSIMO
17	23	RUIM
18	25	RAZOÁVEL
19	24	RUIM
20	21	PÉSSIMO
21	25	RAZOÁVEL
22	28	BOM
23	26	RAZOÁVEL
24	26	RAZOÁVEL

Localização geográfica das nascentes urbanas da cidade de Araxá –
MG.

Nascente	S	W
1	19°36'69"	46°57'050"
2	19°36'133"	46°56'731"
3	19°36'232"	46°56'711"
4	19°36'596"	46°56'779"
5	19°36'768"	46°56'283"
6	19°37'014"	46°56'030"
7	19°35'646"	46°57'201"
8	19°35'440"	46°55'851"
9	19°35'049"	46°56'167"
10	19°37'505"	46°55'852"
11	19°39'133"	46°55'952"
12	19°38'463"	46°56'707"
13	19°35'596"	46°55'656"
14	19°35'432"	46°55'377"
15	19°35'312"	46°55'959"
16	19°34'849"	46°55'814
17	19°34'057"	46°56'503"
18	19°34'454"	46°56'508"
19	19°34'562"	46°56'988"
20	19°34'529"	46°57'036"
21	19°34'572"	46°57'022"
22	19°35'246"	46°57'082"
23	19°36'265"	46°56'158"
24	19°37'943"	46°56'049"

- Foram verificadas 5 nascentes com IIAM ótimos, totalizando 20,84% das nascentes localizadas.
- Foram verificadas 6 nascentes com IIAM bom, totalizando 25% das nascentes localizadas.
- Foram verificadas 5 nascentes com IIAM razoável, totalizando 20,84% das nascentes localizadas.
- Foram verificadas 4 nascentes com IIAM ruim, totalizando 16,67% das nascentes localizadas.
- Foram verificadas 4 nascentes com IIAM péssimo, totalizando 16,67% das nascentes localizadas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Das 24 nascentes localizadas no perímetro urbano da cidade de Araxá – MG, entorno de 33% delas apresentaram IIAM ruim ou péssimo, isso se deve

ao desmatamento contínuo nas áreas urbanas, falta de conscientização da população e descaso com as áreas de surgência de água do lençol freático.

Novos estudos estão sendo feitos para que se possa, primeiramente, relacionar os dados encontrados com o IIAM e análises de potabilidade de cada nascente, outro ponto que está sendo realizado é um questionário com a população do entorno para que possa relacionar a preservação ou degradação de cada nascente com o possível grau de esclarecimento da comunidade no entorno. Outro ponto é a realização de mapas de uso e ocupação do solo com o IIAM e as análises de potabilidade que serão feitas.

Estudos relacionados às nascentes, sejam elas no meio urbano ou rural, são de fundamental importância para que se possa continuamente tratar do escoamento subterrâneo e sua disponibilidade para usos diversos.

REFERÊNCIAS:

- BATISTELLA, M.; MORAN, E. F.. **Geoinformação e monitoramento ambiental na America Latina**. São Paulo: Senac, 2008.
- BRAGA, Benedito et al. **Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.
- DERÍSIO, José Carlos. **Introdução ao Controle da Poluição Ambiental**. 3ª São Paulo: Signus, 2007.
- FELLIPE, M. F.; JUNIOR, A. P. M. **Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte – MG**. Belo Horizonte – MG. P. 08 - 23. Setembro 2008.
- FRANCO, M. A. R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. 2. ed. São Paulo: Edifurb; Annablume, 2001.

- GOMES, P. M.; MELO, C. VALE, V.S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia – MG: análise macroscópica. **Revisa sociedade e natureza**. Uberlândia, 17 (32), p. 103 – 120, jun. 2005a.
- GRIBBIN, John E. **Introdução à Hidráulica, Hidrologia e Gestão de Águas Pluviais**. 3. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009. 495 p.
- INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais do estado de Minas Gerais**. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/qualidade_aguas/relatorio-trimestral-am-1o-trim-2012.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2012.
- JACOBI, Pedro. **Cidade e meio ambiente: percepções e práticas em São Paulo**. 2. ed. São Paulo: Annablume, 2006.
- MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício Dos. **Reuso de Água**. 1ª São Paulo: Manole Ltda, 2003. 579 p.
- MARTINS, Sebastião Venâncio. **Recuperação de áreas degradadas: Ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de Mineração**. 2. ed. Viçosa Mg: Centro de Produções Técnicas e Editora Viçosa, Mg, 2010. 270 p.
- MARTINS, Sebastião Venâncio. **Recuperação de Matas Ciliares**. 2. ed. Viçosa Mg: Centro de Produções Técnicas e Editora Viçosa, Mg, 2007. 255 p.
- MEDAUAR, Odete. **Coletânea de Legislação Ambiental, Constituição Federal**. 10. ed. São Paulo: Revista Dos Tribunais, 2011. 1275 p.
- MENDONÇA, Francisco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos. 2007. 206 p.

- MILLER JUNIOR, G. Tyler. **Ciência Ambiental**. São Paulo: Thomson Pioneira, 2006. 592 p.
- PHILLIPI JUNIOR, Arlindo. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Manole Ltda, 2008. 842 p.
- ROCHA, Maria Beatriz Brandão. **Levantamento do meio físico do município de Araxá – MG, utilizando técnicas de geoprocessamento**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006. 194 p.
- ROCHA, José Sales Mariano da. **Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. 4 ed. Santa Maria: Edições UFSM CCR/UFSM, 2001. 302 p.
- RODRIGUES, Valdemir Antônio; BUCCI, Luis Alberto. **Manejo de microbacias hidrográficas: experiências nacionais e internacionais**. Botucatu Sp: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais - Fepaf, 2006. 300 p.
- SANCHÉZ, Luis Enrique. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 495 p.
- SARAIVA, M. G. A. N. **O rio como paisagem - gestão de corredores fluviais no quadro do ordenamento do território**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1999.
- SPIRO, Thomas G.; STIGLIANI, William M.. **Química Ambiental: experiências nacionais e internacionais**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 334 p.

- TUCCI, Carlos M. **Hidrologia Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP, 1993. 943 p.
- VIANELLO, Rubens Leite. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa MG: UFV. 2000. 449 p.