

A EVOLUÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA URBANA E SUAS CONSEQUÊNCIAS PARA A QUALIDADE AMBIENTAL: REFLEXÕES A PARTIR DO CASO DA LAGOA DA PAMPULHA, REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE.

Rodrigo Silva LEMOS(doutorando em Geografia – UFMG - rslemosbh@gmail.com)

Rodrigo FERREIRA (geógrafo – rodrigoof@outlook.com)

Vilma Lúcia Macagnam CARVALHO (docente do programa de pós-graduação em Geografia – vilmageografia97@gmail.com)

Antônio Pereira MAGALHÃES JUNIOR (docente do programa de pós-graduação em Geografia – magalhaesufmg@yahoo.com.br)

Frederico LOPES (docente do Instituto de Geociências da UFMG - fwalopes@gmail.com)

A Lagoa da Pampulha é um reservatório artificial que teve sua construção iniciada em 1936 e teve sua orla contemplada com um conjunto arquitetônico de grande importância cultural que é atualmente candidato à patrimônio da humanidade pela UNESCO. Está inserida em uma das regiões mais valorizadas de Belo Horizonte e como nível de base local reflete todos os usos e formas de ocupação de sua bacia hidrográfica. Os afluentes que compõem a bacia hidrográfica da Pampulha estão inseridos nos municípios de Belo Horizonte e de Contagem, possuem diferentes características hidroambientais e apresentam níveis de poluição e de degradação ambiental elevados. O artigo discute como que a qualidade ambiental da Lagoa da Pampulha deve ser entendida a partir da evolução do uso e ocupação do solo em sua bacia hidrográfica e como as ações para a restauração da qualidade ambiental da lagoa apenas podem ser bem sucedidas se também atuarem nesta escala, a regional e de bacia hidrográfica.

Palavras-Chave – Sensoriamento remoto; Recursos Hídricos; Lagoa da Pampulha.

THE EVOLUTION OF USE AND OCCUPANCY IN AN URBAN BASIN AND ITS CONSEQUENCES FOR ENVIRONMENTAL QUALITY: REFLECTIONS FROM THE CASE OF THE PAMPULHA'S LAKE , METROPOLITAN REGION BH.

The Pampulha Lake is an artificial reservoir that started construction in 1936 and had its waterfront awarded an architectural complex of great cultural importance that is currently a candidate for World Heritage by UNESCO. It is inserted into one of the most valued areas of Belo Horizonte and as a local base level reflects all uses and forms of occupation of its watershed. The tributaries that comprise the watershed of Pampulha Lake are inserted in the municipalities of Belo Horizonte and Contagem, have different characteristics and environmental qualities and present high levels of pollution and environmental degradation. The article discusses how the environmental quality of the Pampulha Lake should be discussed through the evolution of the use and occupation of land in its watershed and how actions for restoration of environmental quality can only be successful if acting in this same scale: regional and watershed scale.

Keywords – Remote sensing; Water Resources; Pampulha Lake.

1 APRESENTAÇÃO

A bacia hidrográfica interconecta territórios e territorialidades que se unem pela perspectiva natural da drenagem fluvial. Como artérias hidrográficas, os rios refletem os usos da água e do solo, transferindo para jusante os reflexos e impactos das atividades humanas e da ocupação predatória dos territórios.

O artigo apresenta a evolução do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica da Pampulha, localizada nos municípios de Belo Horizonte e Contagem – Minas Gerais. A evolução de uso e ocupação do solo na bacia é fator primordial para o entendimento dos impactos ambientais a que está submetida a lagoa da Pampulha, atualmente.

O complexo arquitetônico e paisagístico da Pampulha tem importância nacional e internacional, possuindo uma forte representação na consciência coletiva mineira e belo-horizontina. A Lagoa da Pampulha é alvo de constantes e grandiosos projetos de recuperação de sua qualidade de água, assim como diferentes atividades de desassoreamento. Contudo, como nível de base regional, a Lagoa assimila e reflete os usos e conflitos existentes em sua área de contribuição, retém todos os sedimentos e funciona como reguladora de vazão para os pontos à jusante, na bacia do Ribeirão Onça. Os impactos de qualidade das águas são perceptíveis, assim como o rápido assoreamento que diminui cotidianamente a capacidade de armazenamento de água da lagoa.

Neste contexto, a Lagoa da Pampulha, reservatório artificial construído na primeira metade do século passado, é um exemplo desafiador para o entendimento das necessidades e complexidades necessárias de serem analisadas para a compreensão da dinâmica de uma bacia hidrográfica. Diversos programas e projetos foram desenvolvidos para a restauração ambiental da Lagoa da Pampulha, contudo, a maioria tinha como característica principal os limites do municipalismo e a não integração entre os diferentes territórios para a construção de um projeto solidário e sustentável.

Historicamente, essas intervenções eram realizadas sem o embasamento jurídico e normativo para o diálogo e ações de solidariedade para a efetivação da gestão territorial e de recursos hídricos. Contudo, percebe-se que hoje, mesmo com avançados marcos regulatórios para o planejamento territorial regional, as ações e projetos mantêm uma forte centralidade municipal.

A presente pesquisa destaca a percepção da importância regional para a recuperação da Lagoa da Pampulha, além de ser uma possível nova fonte de fundamentação teórica e técnica para as intervenções e projetos que serão desenvolvidos futuramente por instâncias públicas e privadas.

A área de drenagem da Pampulha corresponde às partes altimetricamente mais elevadas da bacia hidrográfica do Ribeirão Onça que está inserido entre as coordenadas 597131m E, 7793888m S e 617240m E, 7812475m S, da zona 23S do Datum WGS1984. O Ribeirão tem uma área de drenagem próxima de 211,55 km², é um afluente direto do Rio das Velhas e está completamente inserido nos municípios de Belo Horizonte e de Contagem. A bacia do Ribeirão Onça é responsável pela drenagem de aproximadamente 47,65% (157,27 km²) do território municipal de Belo Horizonte e 27,67% (53,73 km²) do território municipal de Contagem.

A bacia de contribuição da Lagoa da Pampulha corresponde a 45,96% (97,23 km²) da área de drenagem do Ribeirão Onça. Da área de drenagem da Lagoa da Pampulha, 55% (52,98 km²) estão inseridos no município de Contagem e 45% (44,25 Km²) estão inseridos no município de Belo Horizonte. A população da bacia hidrográfica do Ribeirão Onça é estimada em 1.000.000 de pessoas e a população da

bacia de contribuição da Lagoa da Pampulha é de aproximadamente 460.000 pessoas¹. “Em 2000 a população da bacia (Pampulha) estava estimada em 330.000 habitantes, sendo que 70% se encontrava entre as faixas de baixa e muito baixa rendas” (MINTZ, 2004:7)

Considera-se que a ocupação da bacia hidrográfica da Lagoa da Pampulha é um exemplo dinâmico de uma forma de ocupação induzida e entendida de acordo com diferentes lógicas e prioridades de planejamento. Em uma mesma área, a Lagoa da Pampulha, superpõem-se diferentes territórios vinculados a diferentes instâncias de gestão territorial: municípios, estado e bacia hidrográfica são os exemplos discutidos na pesquisa.

Cada instância e território tem seus limites estabelecidos e formatados de acordo com os paradigmas que os originou. Todas as instâncias anseiam promover ações eficientes de gestão territorial, mas limitados por suas atribuições político-administrativas encontram dificuldades de interlocução. Os limites entre os territórios das instâncias de planejamento se tornam rígidos, inflexíveis. É necessária à construção de uma gestão territorial transescalar e interinstitucional para o efetivo planejamento e consequente flexibilização das fronteiras que, ansiando se expandir, possam permitir o diálogo entre as diferenças, cumprindo suas finalidades para os territórios e as regiões.

Dessa forma, a pesquisa tem como principal finalidade discutir a evolução do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica da Pampulha, de forma a permitir o entendimento regional dos impactos e pressões que contribuem para a diminuição histórica da qualidade ambiental da Lagoa da Pampulha.

Apresenta-se, inicialmente, algumas considerações sobre os cursos d'água em áreas urbanas e os respectivos impactos ambientais a que são submetidas, principalmente a partir da intensificação do adensamento populacional e sua consequência mais direta, a impermeabilização do solo.

Em seguida são apresentados os procedimentos metodológicos, principalmente no que se refere às análises de imagem e os processos de classificação que foram utilizados, com a finalidade de permitir a compreensão da evolução histórica de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica da Pampulha.

O terceiro e último momento do texto discute a importância da evolução do uso e ocupação do solo para a construção de um projeto político-institucional de restauração ambiental da Lagoa da Pampulha e que releve as diversidades e necessidades regionais, que estão além dos limites territoriais definidos municipalmente.

2 OS RIOS E AS CIDADES: ÁGUAS URBANAS.

Natureza e cidade são dois conceitos complexos (na sociedade moderna entendidos como dissociados – senão opostos) e que fundamentam e orientam as formas de debate, intervenção e de produção do espaço urbano (GONÇALVES, 2006). A natureza é um significante de muitos significados, é cara aos debates geográficos e ambientais e por isso é discutida recorrentemente. Percebe-se a natureza como o significado de como homem e o meio natural se relacionam. A

¹ Para o cálculo da população da bacia de contribuição da Lagoa da Pampulha foram utilizados os setores censitários e levantamentos realizados pelo Censo 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Foram selecionados os setores censitários que tinham interface com a bacia de drenagem da lagoa e somadas toda a população, independente do percentual de área inserido. A concentração populacional nos setores censitários, de acordo com análise de imagem de satélite, concentra-se em proximidade dos eixos de crescimento que tangenciam os limites da bacia da Pampulha.

natureza (seja ela primeira, segunda ou enésima) é o meio natural representado pela concepção social humana, é a representação que o homem tem daquele natural, alterado, ou não.

Ela se relaciona diretamente com o espaço geográfico, uma vez que o ser humano tem por essência a necessidade e a capacidade de alterar e transformar o meio físico em que se encontra inscrito, a relação entre esse natural (físico) e o trabalho (social) produzem o espaço geográfico que, dessa forma, é inscrito na natureza.

A natureza primeira não existe na cidade, em verdade foi transformada, por vezes extinta; as árvores, pássaros, homens e mulheres habitantes do meio citadino são a transformação do meio natural, subordinados à lógica social. O homem segmenta a natureza, por suas necessidades econômicas, religiosas, sociais, no entanto, como afirma Milton Santos: *“sem o homem, isto é, antes da história, a Natureza era una. Continua a sê-lo, em si mesma, apesar das partições que o uso do Planeta pelos homens lhe infligiu”* (SANTOS: 1996: 19).

Dominar a natureza, o impreciso, inacessível e inviolável, *“é dominar a inconstância, o imprevisível; é dominar o instinto, as pulsões, as paixões”* (GONÇALVES, 2006: 26). Dessa forma, *“a cidade é a dimensão do distinto, do relativo, do consciente do ego; a natureza sublime é a dimensão do transcendente, do absoluto, do superego”* (ARGAN, 1993: 213).

A natureza entendida pelos moldes científicos correntes na modernidade será prevista e moldada para o atendimento às necessidades do homem e da cidade. Um dos ícones da tentativa de dominação da técnica sobre a natureza são as intervenções em cursos d'água típicas das cidades modernas.

Os rios em áreas urbanas, como remanescentes de uma natureza útil, foram moldados e utilizados como forma de garantir a fluidez necessária para as estruturas da cidade. O rio era o responsável por fornecer água para o abastecimento e as necessidades humanas, assim como “levar para longe” os efluentes domésticos e industriais gerados. Neste modelo dual entre necessidade e utilidade, as cidades modernas se fundamentaram ordenando espacialmente o território e “domesticando” os cursos d'água.

O espaço urbano moderno se desenvolve de forma extensiva, não se restringindo aos limites territoriais. A partir da subordinação da produção do espaço à lógica de reprodução do capital são adotados padrões de ocupação e de desenvolvimento pouco relacionados com as dinâmicas e consequências ambientais. As cidades brasileiras se desenvolvem a partir da inserção de grandes fluxos de energia, o que gera uma contínua impermeabilização do solo (independente da localização ou condição morfológica e ambiental). Este padrão de ocupação, historicamente, não respeitou as necessidades naturais dos cursos d'água (áreas de nascentes ou matas de galeria, por exemplo) e gerou um aumento exponencial de poluições difusas e pontuais.

Os episódios esporádicos de grandes chuvas e os consequentes e recorrentes alagamentos e inundações são ocasionados por este modelo moderno de ocupação urbana. A péssima qualidade das águas (por conta dos contínuos lançamentos de esgotos domésticos e industriais gerada por este modelo de ocupação) consolidou uma situação de risco para a saúde, para a qualidade de vida, bem como para as estruturas da cidade e para o crescimento econômico.

Assim, em continuidade com as tentativas de controle dos cursos d'água em meio urbano, foram realizadas as várias e sistemáticas canalizações e retificações, que tinham por finalidade aumentar a velocidade de escoamento do curso d'água e a

capacidade e competência para o transporte de sedimentos, para o transporte de efluentes e de resíduos.

A canalização dos cursos d'água e a instalação de avenidas sanitárias se apresentam como soluções sistematicamente utilizadas e replicadas para o problema das inundações e dos riscos à saúde pública e à vida humana nas cidades brasileiras.

“Na maioria dos casos, a própria população das áreas insalubres reivindica a exclusão dos cursos d'água com a construção dos canais em concreto, para evitar o convívio com o mau cheiro e outras formas de degradação. Portanto, a população demanda a canalização para evitar as inundações, para esconder o córrego que se encontra poluído, solicitando a construção de avenidas sanitárias na ilusão de que, com isso, estariam alcançando algum tipo de desenvolvimento local. Isso parte de uma cultura técnica convencional que induz a solução através da canalização, pois a própria população moradora dos fundos de vale é vítima das inundações, o que faz predominar uma forte pressão a favor das mesmas. Isso gera um processo de desvalorização dos cursos d'água nas cidades que, via de regra, apresentam condições insalubres.”(WSTANE, 2013: 79)

Estes tipos de intervenção, por sua vez, não contemplam os cursos d'água como sistemas complexos, dependentes e resultantes de todas as formas e padrões naturais de seu sistema de drenagem e também das alterações proporcionadas pelos diferentes tipos de usos e ocupação. As proposições de canalização dos cursos d'água não são soluções para as fontes dos problemas gerados à montante, as retificações e impermeabilizações dos leitos dos cursos d'água são ações imediatas e desconexas que geram sérias consequências ambientais e sociais para as áreas à jusante.

As formas e os modelos de ocupação territorial e produção espacial nas áreas urbanas, associadas aos paradigmas de intervenção e modificação dos espaços naturais geraram serias consequências para as águas e para os cursos d'água urbanos. A partir de 1970, o modelo higienista foi suplantado por estudos corretivos, que tiveram por orientação o tratamento dos esgotos e o amortecimento dos picos hidráulicos. Destaca-se, contudo, que todos os modelos tentam minimizar os impactos (a partir de suas diferentes prerrogativas) e consequências que o uso e ocupação do solo urbano causam para as águas e os canais fluviais.

2.1 Impactos na qualidade das águas urbanas

A qualidade das águas em um ambiente urbano é alterada de forma significativa por meio de três tipos principais de carga poluente: 1) esgotos sanitários (cloacais); 2) efluentes industriais; 3) esgotos pluviais (TUCCI, 2008).

Os esgotos sanitários são os derivados de usos domésticos: águas de pias, águas de banheiro, de lavagens etc. São águas que são devolvidas após o uso para o sistema hídrico com alto potencial infeccioso e grande acúmulo de matéria orgânica. Para os esgotos domésticos, a solução indicada é o tratamento estático (por meio de fossas sépticas) ou dinâmico (redes coletoras e consequente tratamento em estações de tratamento de esgotos) (SPERLING, 1996: 55).

Até o final da década de 1990 as preocupações sanitárias em Belo Horizonte envolviam antes o abastecimento de água que o tratamento de esgotos, de forma que, ainda hoje, o lançamento de esgotos sanitários sem o devido tratamento é o principal problema da bacia hidrográfica do ribeirão Onça e do ribeirão Arrudas e consequentemente também da bacia do Rio das Velhas.

Os efluentes industriais, quando não tratados, contribuem de forma significativa para a deterioração da qualidade das águas, uma vez que metais pesados e outras substâncias que não são facilmente depuradas naturalmente, podem ser inseridos na cadeia alimentar e gerar sérios riscos para a saúde humana ou aumentar sobremaneira alguns parâmetros físico-químicos das águas:

Dos 2,9 milhões de toneladas de resíduos industriais perigosos gerados anualmente no Brasil, somente 850 mil toneladas recebem tratamento adequado, conforme estimativa da Associação Brasileira de Empresas de Tratamento, Recuperação e Disposição de Resíduos Especiais (ABETRE). Os 72% restantes são depositados indevidamente em lixões ou descartados em cursos d'água sem qualquer tipo de tratamento (JIMENEZ et al 2004: 734).

Esgotos pluviais são aqueles oriundos do escoamento superficial das águas de chuva nas áreas urbanas e o conseqüente carreamento de sólidos e materiais solúveis que estão depositados nas superfícies urbanas: óleos de pistas; fosfatos e nitratos; resíduos de queimas etc. Os esgotos pluviais sofrem grande influência das fontes difusas de poluição.

As fontes difusas ou não-pontuais são resultantes de ações dispersas na bacia hidrográfica e não podem ser identificadas em um único local de descarga; cobrem uma extensa área, como aquela provinda das chuvas das áreas urbanas e das áreas agrícolas, onde poluentes são carreados para os cursos d'água; apresentam diversas origens e formas de ocorrência, provenientes do solo, da atmosfera, e das águas subterrâneas; são difíceis de serem mensuradas e identificadas, apresentando aportes significativos em períodos chuvosos (ROCHA et al, 2009: 63).

Para os esgotos provenientes do escoamento pluvial, o tratamento é uma dinâmica complexa e de difícil solução, uma vez que é necessário o correto dimensionamento e a definição das fontes e tipos de poluição difusa carreada pelas águas pluviais. O material difuso se acumula continuamente nas superfícies impermeáveis e é facilmente carreado nas primeiras descargas de chuvas, como demonstrado pela figura 3. Os potenciais de acumulação de poluentes e de carreamento pelas águas pluviais são variáveis principalmente em função do tipo de solo, dos usos preponderantes e da topografia. (DOTTO; PAIVA, 2006)

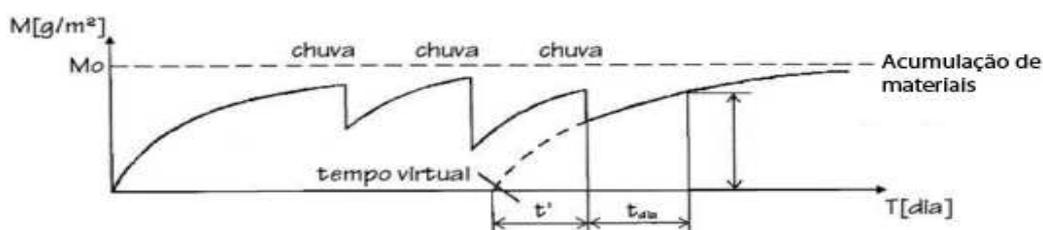


Figura 1: Acumulação de sólidos da poluição difusa na superfície. Fonte: Adaptado de DELETIC et al, 1997, apud DOTTO; PAIVA, 2006.

A quantidade e os tipos de materiais que compõem esgoto pluvial mudam de forma significativa em diferentes áreas urbanas, a partir de usos do solo diferenciados. A poluição difusa de uma área industrial é diferente de uma área residencial que, por sua vez, não é igual à de um centro urbano, por exemplo.

2.2 Impactos na quantidade das águas urbanas

A contínua impermeabilização do solo e a recorrente canalização dos cursos d'água em áreas urbanas se somam sinergicamente e são responsáveis por uma complexa alteração no sistema hídrico de um curso d'água. Inicialmente, como a água não consegue infiltrar nas áreas de recarga dos aquíferos, há uma tendência de rebaixamento do nível freático e de significativa alteração da vazão das nascentes e da curva de permanência da disponibilidade hídrica de um curso d'água. A velocidade e a energia de escoamento aumentam nos canais retificados e impermeabilizados, já que a remoção dos meandros fluviais e o concreto diminuem a rugosidade e a resistência para os fluxos hídricos. Como consequência, enquanto o tempo de concentração das águas é reduzido nos canais fluviais, os picos de cheia tendem a ser elevados e antecipados, aumentando os riscos de inundações.

Assim, em áreas urbanas os excedentes pluviais não infiltrados tendem a aumentar significativamente os débitos fluviais em curtos períodos de tempo, permanecendo pouco tempo nos segmentos fluviais receptores, como é mostrado pela figura 4 que apresenta a concentração da vazão em um curto espaço de tempo.

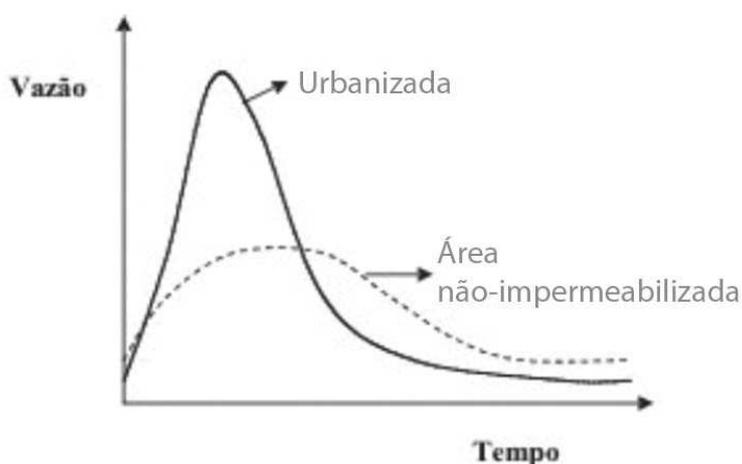


Figura 2 - Hidrograma de áreas urbanas e não impermeabilizadas. Fonte: adaptado de TUCCI, 2008

Cria-se, portanto, uma situação propícia ao desenvolvimento de eventos de inundações e alagamentos² com potenciais riscos às áreas urbanas. A solução comumente adotada é a canalização e retificação dos cursos d'água. Contudo, este tipo de intervenção tende a exportar as enchentes para jusante, evitando apenas pontualmente as inundações.

A canalização dos cursos d'água é um fator extremamente prejudicial para a qualidade das águas da Pampulha. As intervenções que anseiam resolver problemas de drenagem e de controle de escoamento superficial não podem ser pensadas de forma pontual. É necessário que sejam discutidos seus impactos à jusante e a efetividade de implantação de cada intervenção, principalmente relacionada com os padrões de ocupação e de uso à montante das áreas de intervenção.

² “Alagamentos ocorrem quando há acúmulo momentâneo de água em dada área devido a problemas no sistema de drenagem, podendo ou não ter relação com processos fluviais. Os alagamentos são, portanto, relacionados a situações de drenagem deficiente ou ineficiente, e não necessariamente às precipitações locais.” (MAGALHÃES JUNIOR, 2012: 42)

Desse modo, o controle das inundações urbanas não deve passar apenas pelo conhecimento do quadro físico, mas sim pelo planejamento e gerenciamento adequado do espaço urbano, resultante de políticas públicas que contemplem a relação entre prevenção, precaução e intervenção nas bacias hidrográficas. Em uma mancha urbana com dinamismo constante e pressões de crescimento, é preciso que medidas sejam tomadas para a regulação deste processo de expansão, privilegiando-se a implementação monitorada de ações que minimizem as consequências das inundações. (CAJAZEIRO *et al*, 2012: 94)

O córrego canalizado, ainda, por ter seu leito impermeabilizado, pouco consegue conter os sedimentos que seriam depositados em seu leito. O processo de assoreamento nos afluentes é impedido e todo o sedimento e materiais que chegam aos cursos d'água de fundo impermeabilizado em pouco tempo atingem o nível de base, ou seja, a lagoa da Pampulha.

2.3 Impactos para as paisagens fluviais: a utilização das APPs urbanas.

A manutenção de áreas verdes é necessária para o bom funcionamento de vários equipamentos e estruturas da cidade, ao exemplo dos equipamentos de micro e macrodrenagem. Contudo é ainda mais fundamental e talvez mais emergencial a manutenção de áreas verdes que sejam espaços de encontro, de construção coletiva e social.

As Áreas de Preservação Permanentes – APP, urbanas podem cumprir uma dupla finalidade: permitir uma organização sustentável do solo urbano, garantindo padrões de permeabilidade e de ordenamento do escoamento pluvial; permitir a criação de espaços coletivos, não edificadas e de lazer.

Pouco sentido existe na manutenção de uma mata ciliar em uma área urbana na qual o escoamento pluvial é ordenado por um micro equipamento de drenagem que irá destinar todas as águas para um ponto específico de um curso d'água. Essas águas não irão passar pelas funções ciliares das matas de galeria, de forma que os sedimentos, a poluição difusa e os resíduos sólidos serão destinados diretamente aos cursos d'água, aumentando o risco de assoreamento. As áreas de APP dos cursos fluviais perdem, em um ambiente urbano, a finalidade de corredor ecológico, uma vez que não se constroem (nos padrões urbanísticos atuais) corredores associados aos cursos d'água de forma a permitir a circulação de espécies animais e vegetais.

Defende-se dessa forma, que as APP de fundo de vale, mesmo que descaracterizadas de sua vegetação e finalidade original, tem ainda vários objetivos nobres e raros nos ambientes urbanos como o de prover espaços de maior permeabilidade, propiciar o surgimento de microclimas, formar uma paisagem diferenciada e principalmente configurar espaços de lazer, convivência e de conexão paisagística para as populações urbanas. Essas áreas de preservação, se associadas a áreas de lazer, podem permitir a construção de espaços coletivos nas quais ambientes naturalizados, hoje tão raros nas grandes metrópoles, podem ser de acesso garantido a todas as pessoas.

Percebe-se, contudo, que a manutenção de um padrão higienista e segregador é ainda preponderante para as intervenções em cursos d'água e a bacia da Lagoa da Pampulha é um bom exemplo. Muito frequentemente, as áreas de APP urbana foram ocupadas, por equipamentos públicos, como avenidas e ruas, ou por habitações irregulares e informais de baixa renda.

As habitações informais e irregulares, como bem explicado por Ermínia Maricato (2000), são regras e necessidades para a consolidação da construção do modelo de cidade predatório e segregador adotado pelas grandes capitais brasileiras. O uso do

solo das áreas urbanas está inserido em uma lógica de mercado, de valorização especulativa em contraponto ao seu valor de uso. As grandes cidades brasileiras, por terem a grande concentração de serviços e estruturas (que, diga-se de passagem, são estruturas de direito a todos os cidadãos), se valorizam a ponto de impedirem o acesso de boa parte da população de baixa renda do direito ao solo urbano, regular e formal.

Como parte das regras do jogo, a ocupação de terras urbanas tem sido tolerada. O Estado não tem exercido, como manda a lei, o poder de polícia. A realidade urbana é prova insofismável disso. Impossível admitir o contrário, pois se essa gigantesca ocupação de terras não fosse tolerada e a população pobre ficasse sem alternativa nenhuma, teríamos uma situação de guerra civil, considerando os números envolvidos. (MARICATO, 2000)

A ocupação de uma população de baixa renda de uma área de preservação permanente tem em si um risco latente impressionante: ou são áreas de grande declividade (o que não acontece com muita frequência na bacia hidrográfica da Lagoa da Pampulha), ou são áreas sujeitas a enchentes periódicas. A ocupação de famílias em fundos de vale (considerando que apenas a partir de 2003 o tratamento e interceptação de esgoto se tornou uma prioridade em Minas Gerais) consolida uma outra realidade perversa: a população de baixa renda que ocupou os fundos de vale está sujeita a todas as mazelas e impactos na saúde de estarem localizadas às margens de esgotos a céu aberto.



Figura 3: Casas demolidas em ocupação de fundo de vale na bacia do Córrego João Gomes, subafluente do Ribeirão Pampulha, para construção de Avenida Sanitária.

A partir daí temos uma situação impar. Pela situação sanitária e ambiental que estas famílias estão submetidas são realizados projetos de remoção, interceptação de esgotos e canalização dos cursos d'água, nesta exata ordem. Ora, é fundamental a retirada dessas pessoas e a sua realocação em áreas próximas e com moradia digna, diminuindo a população que pode ser atingida pelas enchentes e alagamentos que ocorrem sistematicamente. É fundamental a interceptação e a retirada dos esgotos do curso d'água, garantindo saúde e qualidade ambiental não apenas para o local da intervenção, mas para todo o curso d'água. Como justificar a canalização do curso d'água, dessa forma?

As argumentações para a canalização dos cursos d'água é de que eles causavam danos para as pessoas que moravam às suas margens e de que sua situação sanitária comprometia a saúde da comunidade. Esta é a argumentação utilizada para a canalização de vários cursos d'água urbanos, como o córrego da Avenida 2, apresentado pela figura 6.

Retirada a população do local não há risco. Retirados os esgotos não há comprometimento à saúde. Contudo as canalizações continuam a ser realizadas, em desrespeito à regulamentação estadual (DN COPAM 95/2006³) e sem a realização de estudos de impactos ambientais completos e que considerem os impactos das intervenções nas áreas à jusante.



Figura 4: Canalização do Córrego João Gomes, Subafluente do Ribeirão Pampulha.

A democratização do direito à cidade é por excelência uma discussão de acesso às estruturas e os serviços que a cidade pode oferecer a todos os variados grupos sociais. Considera-se que o acesso a parques lineares na bacia da Pampulha é uma estratégia fundamental para a garantia de uma metrópole sadia e mais democrática.

A urbanização da bacia hidrográfica da Pampulha seguiu um padrão de urbanização comum ao apresentado. A urbanização pelo adensamento urbano gerou impermeabilização dos solos, maior quantidade de sedimentos (principalmente também advindos de resíduos sólidos na bacia), lançamento contínuo de esgotos domésticos e industriais e eventualmente fortes descargas de poluentes carreados pela poluição difusa.

É neste contexto que a Lagoa da Pampulha, cartão postal da região metropolitana de Belo Horizonte, altera sua paisagem e qualidade ambiental. Mesmo hoje possuindo um melhor arcabouço normativo e jurídico para a efetivação de ações que ultrapassem os limites territoriais municipais é de se destacar que a grande maioria das ações ambientais na lagoa ainda priorizam programas municipais.

³ A Deliberação Normativa N° 95 do Conselho Estadual de Política Ambiental, publicada em 2006, apresenta os padrões e possibilidades de intervenção nos cursos d'água, a partir do contexto da bacia hidrográfica.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O processo de degradação ambiental de um reservatório em área urbana é contínuo e se intensifica a partir de alterações no uso e ocupação de sua área de contribuição. As alterações de uso modificam as dinâmicas hidráulicas dos cursos d'água, a capacidade e competência dos cursos d'água em transportar os sedimentos e que serão transportados para o nível de base, no caso de estudo, a Lagoa da Pampulha.

A análise do processo de uso e ocupação do solo será realizada utilizando as imagens LANDSAT 5 (TM) no período de 1984 e 2011.

A escolha pelas imagens LANDSAT 5 teve como motivação principal a disponibilização gratuita das imagens e a resolução que, pensando a dinâmica de expansão do uso e ocupação, é coerente com a análise espacial necessária.

Da mesma forma, as imagens LANDSAT 5 são as únicas com série temporal suficiente para a análise do uso e ocupação do solo no período de tempo proposto. Os períodos foram definidos de acordo com a disponibilidade das imagens, considerando a necessidade de que as imagens tivessem um horizonte temporal que permitisse à análise comparativa.

As imagens LANDSAT 5 foram selecionadas para os mesmos períodos do ano, garantindo insolação e resposta para o uso e ocupação aproximadas para toda a série histórica. As imagens foram compostas utilizando as bandas R5, G4, B3 que “registra informações na faixa espectral infravermelho médio, infravermelho próximo e visível, respectivamente, ideal para extração de informações referentes ao uso e ocupação da terra” (MOURA et al, 2013: 7922)

A composição de bandas teve uma resposta satisfatória para os objetivos da pesquisa, e considerou-se a possibilidade de desenvolvimento do mapeamento de uso de solo diretamente, não utilizando de técnicas de classificação orientada. Contudo, o mapeamento manual, pelo tamanho da área e principalmente pelos dois momentos temporais de análise não se mostrou possível. O mapeamento de impermeabilização do solo por técnicas de classificação orientada, por sua vez, se mostrou como uma alternativa coerente e de excelentes resultados para a área trabalhada.

A partir de imagens LANDSAT 5 foi realizada a classificação do uso de solo em dois momentos históricos – 1984 e 2011 – com finalidade a entender o processo evolutivo da ocupação e da impermeabilização do solo na bacia.

As tonalidades para análise foram classificadas como:

- Tonalidade roxa: solo impermeabilizado e área urbana. Quanto mais escura a tonalidade mais impermeável e adensada é a ocupação urbana, com destaque que alguns tons de roxo muito escuro podem representar áreas de sombra;
- Tonalidade em verde: áreas de vegetação, sendo que quanto mais escuro o tom de verde mais adensada é a vegetação do local. Normalmente está associada a matas estacionais semi-decíduais ou outras áreas de vegetação arbórea e em alguns casos arbustiva;
- Tonalidade em rosa: vegetação rasteira, normalmente representando campos ou pastos;

- Tonalidade em branco: solo exposto, geralmente associado à expansão urbana ou áreas de solo degradado.

A Figura 5 apresenta um exemplo da composição de cores R5G4B3 para a imagem LANDSAT 5.

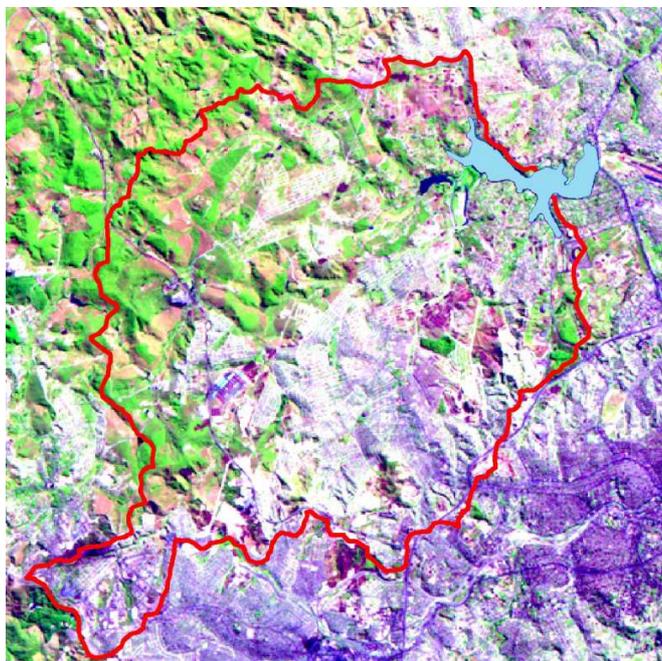


Figura 5: exemplo de imagem LANDSAT 5 na composição R5G4B3.

A finalidade principal da comparação temporal é compreender a impermeabilização do solo como consequência para a expansão das áreas urbanizadas. Dessa forma, para a classificação das imagens as áreas de solo exposto⁴ e urbanizadas foram consideradas como uma única unidade (solo impermeabilizado) e as áreas de vegetação rasteira e vegetação adensada como áreas permeáveis. A união dos tipos de ocupação (solo exposto + área urbanizada e vegetação rasteira e vegetação adensada) foi realizada a partir de considerações sobre as consequências dos usos para o ciclo hidrológico local e para o comportamento hidráulico na região.

Elaborados os dois estudos de expansão da mancha urbana para 1984 e 2011 as duas informações matriciais foram comparadas no modo "Monitoria" do software Vista S.A.G.A⁵ de forma a permitir a percepção das áreas que deixaram de ser permeáveis e se tornaram impermeáveis.

⁴ O solo exposto é sujeito a selamento superficial, incorrendo em uma maior quantidade de água a ser escoada superficialmente e gerando um maior potencial erosivo nas áreas à jusante. Da mesma forma, o solo exposto, em áreas contíguas à área urbana é com frequência associado a uma ocupação em andamento e/ou parcelamento do solo.

⁵ Software gratuito desenvolvido pelo Laboratório de Geoprocessamento – LAGEOP, da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

4 DISCUSSÕES E RESULTADOS

Realizada a classificação das imagens e a superposição no modo de monitoria do Software Vista S.A.G.A, os dados foram exportados e sintetizados por meio do Software ArcGIS 10.1 gerando como produto o mapa apresentado na figura 6.

Os mapas “1984” e “2011” apresentam em verde as áreas permeáveis e em rosa as áreas impermeáveis.

De 1984 a 2011 houve um considerável avanço de expansão da mancha urbana na bacia hidrográfica da Lagoa da Pampulha. A expansão apresentada teve dois eixos principais: industrial-residencial de sul-sudoeste para norte e expansão predominantemente residencial de leste para oeste a partir da lagoa da Pampulha.

Os dois eixos de expansão tiveram motivações diferenciadas. A expansão industrial-residencial se desenvolveu a partir do parque industrial de Contagem e da expansão residencial de Belo Horizonte e gerou um forte adensamento nas cabeceiras do Córrego Ressaca e das partes altas do ribeirão Sarandi. A expansão predominantemente residencial teve como motivador principal a valorização do solo e especulação imobiliária e seguiu de jusante para montante, as unidades de análise do ribeirão Sarandi e dos córregos Bom Jesus e Olhos d’água.

Tabela 1: Alteração na permeabilidade do solo na bacia da Pampulha.

Tipo de área	Total M²
Área permeável em 1984 e que se tornou área impermeável em 2011	15.776.100
Área impermeável	53.067.600
Área permeável	26.622.900

Fonte: elaborado pelos autores

A tabela 1 permite perceber que mais de 15 milhões de metros quadrados de área deixaram de ser permeáveis de 1984 a 2011. Hoje resta apenas 26.622.900 m² de área permeável, importante destacar que as áreas permeáveis estão bastante concentradas em algumas áreas – como o noroeste da bacia. Assim, as áreas que se tornaram impermeáveis, são equivalentes a aproximadamente 59% da área total que hoje permeável.

ALTERAÇÃO NA PERMEABILIDADE DO SOLO - 1984 A 2011

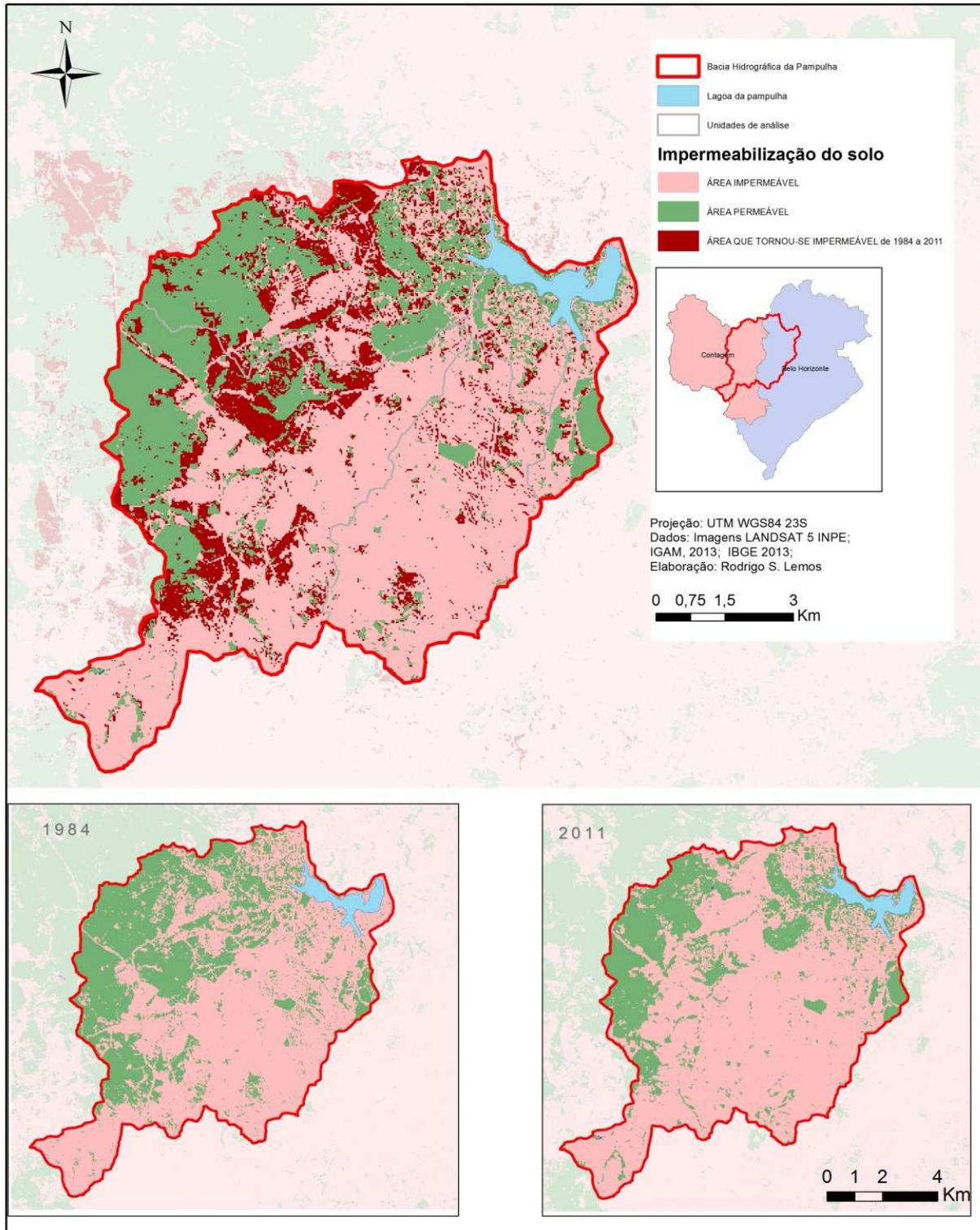


Figura 6: Alterações temporais das áreas impermeáveis na bacia da Pampulha – 1984 a 2011

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das reflexões e análises realizadas, discutiu-se que a Lagoa da Pampulha reproduziu o mesmo padrão de uso e ocupação urbano intenso e predatório comumente reproduzido pelas cidades brasileiras. Dessa forma, a lagoa tem diferentes fontes de impacto ambiental negativo, em especial o lançamento direto de esgotos domésticos, o lançamento de esgotos pluviais advindos de poluição difusa e as ações de intervenção direta nos canais fluviais, principalmente canalizações e retificações significativas. As pressões ambientais na bacia de contribuição da Lagoa, por sua vez, têm como principal fonte a expansão e o adensamento urbano que, no modelo em que é desenvolvido, pouco integra as necessidades ambientais da região às formas de ocupação.

Apesar das fontes de esgotos domésticos terem uma solução direta e prática de interceptação de esgotos, resta a dificuldade técnica e política para a interceptação de esgotos sanitários em fundos de vale e ocupações de baixa renda em áreas de APP. A solução para os esgotamentos sanitários, contudo, possui cronograma e prioridades políticas já anunciadas pelo Programa Pampulha, realizado pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte e pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA.

O aporte contínuo de sedimentos, dessa forma, foi considerado o maior problema atual da Lagoa da Pampulha, apesar de existirem estratégias de remediação propostas, principalmente pensando procedimentos e prioridades para a extração de sedimentos (CHAMPS, 1992; VIGNOLI FILHO, 1992; SPERLING, 1992). Considera-se que, sem a construção de uma regulação e um ordenamento de uso do solo nas áreas à montante da bacia hidrográfica da Lagoa da Pampulha e de intervenções dispersas por toda a bacia, estas ações atacariam os efeitos e não as causas da degradação do reservatório, gerando um custo bastante elevado e contínuo.

O controle do uso de solo e a contenção de sedimentos ao longo da bacia podem diminuir consideravelmente o aporte da carga sedimentar e de materiais de potencial poluidor para a Lagoa da Pampulha, garantindo a sustentabilidade para as intervenções propostas. Igualmente, o controle, em áreas ainda não adensadas pode permitir uma economia de recursos e intervenções futuras, principalmente a partir da consolidação de estruturas urbanas que integrem as dinâmicas hídricas à paisagem urbana.

As ações e projetos para a melhoria da qualidade hidroambiental da Lagoa da Pampulha passam necessariamente por uma gestão territorial solidária e conjunta entre os municípios de Contagem e Belo Horizonte. Para se efetivarem de forma sustentável, as intervenções necessitam de serem integradas e pensadas em uma dimensão transescalar e interinstitucional de forma a garantir a integração de diferentes instrumentos, instituições e instâncias de gestão territorial.

O ordenamento do solo realizado a partir de uma perspectiva metropolitana pode ser uma alternativa para a construção de um modelo mais solidário, contudo devem ser pensadas as necessidades conjuntas e principalmente o repasse de recursos como forma norteadora das intervenções a serem realizadas no território municipal de Contagem. Não é possível efetivar uma boa gestão territorial para a restauração ambiental da Lagoa da Pampulha se as intervenções em curso d'água, no território municipal de Contagem, por exemplo, continuarem a desrespeitar as legislações estaduais e outras instâncias de gestão, como o Comitê de Bacia Hidrográfica e o IGAM, como acontece nos casos de licenciamento ambiental para intervenção em canais fluviais.

A efetivação da gestão de recursos hídricos, deve se consolidar para além de uma gestão de usos e dialogar concretamente com os usos e prioridades da gestão territorial, municipal e regional. Apenas assim a gestão de recursos hídricos poderá cumprir as suas finalidades de garantir formas de uso e funções para as águas que sejam de acordo com os princípios da sustentabilidade ambiental e do pacto intergeracional. A forma como são produzidas as cidades atualmente nega usos e percepções para as gerações futuras. Uma das principais e mais impactantes alterações na paisagem é a exclusão dos cursos d'água dos espaços citadinos, como foi mostrado em vários afluentes da Lagoa da Pampulha.

A gestão ambiental em suas diferentes escalas de abordagem (municipal, regional) deve ser repensada para além de seus limites, refletindo a partir da expansão de suas fronteiras as possibilidades de melhoria e de alternativas para a construção de cidades sensíveis às águas urbanas. Foram enunciadas quatro escalas e instâncias de análise necessárias de se interconectarem para a efetivação de uma gestão territorial para a restauração ambiental da Lagoa da Pampulha: municipal, metropolitana, bacia hidrográfica e consórcio público. Cada uma das escalas está associada a instituições diferentes, que possuem distintas possibilidades de articulação interinstitucional e de intervenção em projetos e normas. Para a efetivação da gestão territorial para a restauração da lagoa é necessário o diálogo transescalar entre essas diferentes instituições e instâncias.

6 BIBLIOGRAFIA

ARGAN, Giulio Carlo. **História da arte como história da cidade**. [Tradução Pier Luigi Cabra]. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

CAJAZEIRO, J. M. D.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; PARIZZI, M. G. **Análise da susceptibilidade à formação de inundações nas bacias e áreas de contribuição do ribeirão arrudas e córrego da onça em termos de índices morfométricos e impermeabilização**. [dissertação de mestrado] Programa de pós-graduação em geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

DOTTO, C. B. S.; PAIVA, E. M. C. D. **Acumulação e balanço de sedimentos em superfícies asfálticas em área urbana de santa maria - rs**. [Dissertação de Mestrado] Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2006.

GONÇALVES, C. W. P. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. São Paulo: Editora contexto, 2006.

JIMENEZ, R. S.; BOSCO, S. M. D.; CARVALHO, W. A. **Remoção de metais pesados de efluentes aquosos pela zeólita natural escolécita – influência da temperatura e do ph na adsorção em sistemas monoelementares**. Química nova, v. 27, n. 5, p. 734-738, 2004.

MARICATO, E. **Reforma urbana: limites e possibilidades – uma trajetória incompleta**. In: Ribeiro, L.C.Q.; Santos Jr., O. (Orgs.) *Globalização, fragmentação e reforma urbana: o futuro das cidades brasileiras na crise*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, p. 309 – 325, 1994.

MARICATO, E. **As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias**. In: Arantes, O. et al. *A cidade do pensamento único: desmanchando consensos*. Petrópolis: Vozes, p. 121 – 192, 2000.

MARICATO, E. **Nunca fomos tão participativos**. Carta Maior, p. 10-13, 2012. Disponível em: www.cartamaior.com.br/templates/colunaImprimir.cfm?coluna_id=37744/4, acesso em 08/03/2013.

MAGALHÃES JUNIOR, A. P.. **Geomorfologia Fluvial**. [Apostila do Curso de Geomorfologia Fluvial] Instituto de Geociências – Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

MINTZ, V. **As origens da degradação da Pampulha, em Belo Horizonte**. Anais: Seminário de História da Cidade e do urbanismo, v. 8, n. 2, 2004.

MOURA, A. B. A. P. et al. **Processamento Digital de Imagens LANDSAT como auxílio à classificação e análise da evolução da mancha urbana de Juiz de Fora-MG entre os anos de 1990 e 2011**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. Anais...Foz do Iguaçu, 13 a 18 de abril de 2013: INPE, 2013

ROCHA, S. A.; LOUGON, M. S.; GARCIA, G. DE O. **Influência de diferentes fontes de poluição no processo de eutrofização.** Revista Verde, v. 4, n. 4, p. 1-6, 2009.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço - Técnica e Tempo - Razão e Emoção.** São Paulo: Hucitec, 1996.

SPERLING, E. V. **Propostas de recuperação e manejo da represa da Pampulha.** In: Seminário da bacia hidrográfica da Pampulha. Belo Horizonte, MG. Anais ... Belo Horizonte: Segrac, 1992.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Vol. 1. Editora UFMG, 1996.

TUCCI, C. E. M. **Águas urbanas.** Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

VIGNOLI FILHO, O. **Investigações sedimentológicas na Pampulha: a evolução do assoreamento e seu controle.** In: Seminário da bacia hidrográfica da Pampulha. Belo Horizonte, MG. Anais ... Belo Horizonte: Segrac, 1992.

WSTANE, C. **Gestão de áreas urbanas: mobilização social em torno de Rios invisíveis.** [Dissertação de Mestrado]. Programa de pós-graduação em geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

