

ASSOREAMENTO E FORMAÇÃO DE DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS NA BARRAGEM LOMBA DO SABÃO, PORTO ALEGRE E VIAMÃO – RS/BRASIL

Maira Suertegaray Rossato (*)
Luís Alberto Basso (*)

Este estudo¹ derivou do trabalho de um grupo interdisciplinar que desenvolve uma pesquisa bastante ampla em sub-bacias hidrográficas denominada *Mapeamento, Caracterização e Gênese dos Depósitos Tecnogênicos na Cidade de Porto Alegre, RS*. Trata-se esta, da identificação espacial de depósitos oriundos das atividades humanas, em particular aquelas resultantes do processo de urbanização em áreas consideradas de risco ambiental (nascentes de cursos fluviais e margens de pequenos arroios situados em vales).

Os **depósitos tecnogênicos** constituem, segundo OLIVEIRA apud PELOGGIA (1998), depósitos resultantes da atividade humana, abrangendo depósitos construídos (aterros, corpos de rejeitos, etc.), depósitos induzidos, como os sedimentos que depositam-se em razão da erosão decorrente do uso do solo e depósitos modificados (depósitos naturais alterados tecnogenicamente por efluentes, adubos, etc.). Outra classificação desenvolvida diz respeito à caracterização do material constituinte do depósito. Foi criada por FLANNING & FLANNING (1989) e abrange os materiais úrbicos, gárbicos, espólicos e dragados. De acordo com FLANNING & FLANNING apud PELOGGIA (1998), os materiais úrbicos constituem “...*dejetos urbanos, materiais terrosos que contém artefatos manufaturados pelo homem moderno, freqüentemente em fragmentos, como tijolos, vidro, plástico, metais diversos, etc*”. Os materiais gárbicos abrangem todo “...*material detritico com lixo orgânico de origem humana e que, apesar de conter artefatos em quantidades muito menores que a dos materiais úrbicos, são suficientemente ricos em matéria orgânica para gerar metano em condições anaeróbicas*”. Materiais espólicos são “*materiais terrosos escavados e redepositados por operações de terraplanagem e depósitos de assoreamento induzidos pela erosão acelerada. São materiais que contém muito pouca quantidade de artefatos*”. Materiais dragados são compostos por “...*materiais terrosos provenientes da dragagem de cursos d’água e comumente depositados em diques em cotas topográficas superiores às da planície aluvial.*” Neste trabalho, com o intuito de fazer uma análise mais completa dos depósitos tecnogênicos, serão utilizadas as duas classificações abordadas anteriormente.

Os depósitos tecnogênicos “*são correlativos aos processos decorrentes das formas humanas de apropriação do relevo e correspondem a seqüências sedimentares resultantes de processos de agradação, ocorrendo, concomitantemente, com fenômenos de degradação na área fonte*” (BIGARELLA e MOUSINHO apud PELOGGIA, 1998). CHEMECOV e TER-STEPANIAN apud PELOGGIA (1998), dizem que os “*depósitos tecnogênicos são marcados por sua grande variedade, feições diferenciadas, diversidade de composição e grande variação de espessura. Caracterizam uma ‘classe genética independente’, embora possam ser traçadas analogias com depósitos naturais.*” Estas feições são representativas da intervenção antropogênica, que configura-se como elemento diferencial introduzido na compreensão do tempo geológico, caracterizando, para alguns, um novo período: o **Quinário**.

Este novo conceito introduzido em 1922 por PAVLOV, objetiva romper com o Quaternário clássico, no sentido de valorizar “*o advento da atividade humana como processo de transformação do planeta em sua totalidade*” (SUERTEGARAY, 1997). Esta ruptura se faz, porque, conforme ROHDE (1996), “*o Quaternário seria o período do aparecimento do homem e o Quinário, o homem sobrepondo-se ativamente em relação à natureza.*” Esta sobreposição se explica pelo fato de que “*atividade humana passa a ser qualitativamente diferenciada da atividade biológica na modelagem da Biosfera, desencadeando processos (tecnogênicos) cujas intensidades superam em muito os processos naturais*” (OLIVEIRA apud PELOGGIA, 1998).

Segundo ROHDE (1996), este período teve origem há 10.000 anos no início do Holoceno e testemunhou relevantes situações indicadoras do advento da atividade técnica do homem como força relevante na intervenção, apropriação e construção da natureza: a Revolução Neolítica, a Revolução Agrícola e a Revolução Industrial. A partir de então, o homem passou a contribuir diretamente na evolução geológica do planeta.

O objetivo principal deste trabalho é analisar a formação e a construção de depósitos tecnogênicos na Barragem Lomba do Sabão, em decorrência do processo de assoreamento. Para atingi-lo foram definidos quatro objetivos específicos: delimitar e mapear a cobertura vegetal e os diferentes usos do solo no entorno da Barragem Lomba do Sabão, além das áreas assoreadas no interior e nas áreas próximas ao reservatório; caracterizar os depósitos em estudo, segundo sua estrutura e gênese; aproximar uma datação relativa desses depósitos a partir de uma análise temporal, discutir conceitualmente a aceleração

do tempo geomorfológico pela atividade humana e propor alternativas mitigadoras dos impactos sobre a Barragem Lomba do Sabão.

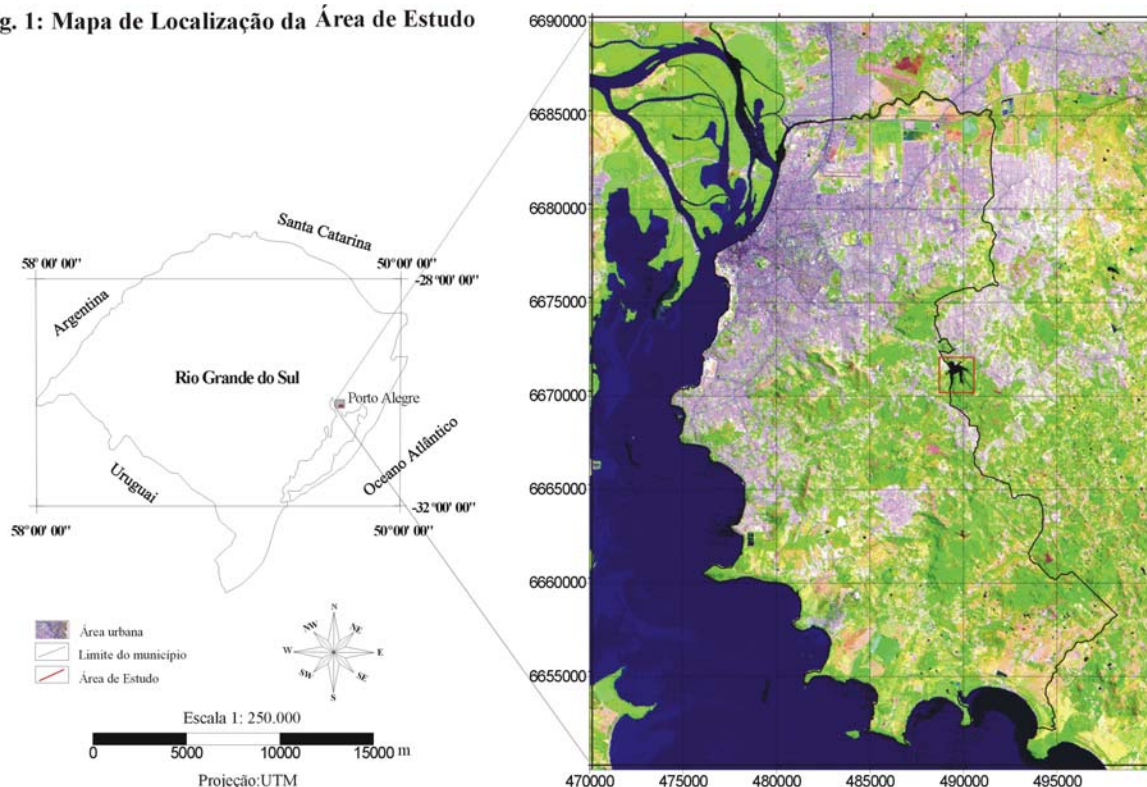
Este tipo de trabalho vem ao encontro de uma nova situação que se apresenta no panorama da ciência, em que a preocupação com problemas ambientais vem assumindo uma relevância muito grande, em decorrência dos impactos já evidenciados na natureza, tendo relação direta com a vida humana.

A barragem Lomba do Sabão foi construída na década de 40 para o tratamento de água com fins de abastecimento público. Hoje, a Estação de Tratamento de Água (ETA) Lomba do Sabão abastece, majoritariamente, os bairros Lomba do Pinheiro e Agronomia, sendo responsável pelo tratamento e distribuição de 4% da água consumida no município de Porto Alegre, abastecendo 48.300 habitantes (BENDATI et al, 1998). Esta barragem é alimentada por seis sub-bacias de arroios de pequeno porte que compõem a bacia do Arroio Dilúvio e, de acordo com TAVARES (1997), está localizada na região limítrofe entre os municípios de Porto Alegre (E-SE) e Viamão (W), dentro do Parque Saint Hilaire, que constitui, em sua maior parte, área de preservação permanente (Figura 1).

A área de contribuição da represa é de 1.428 ha, na qual atualmente residem cerca de 23.000 habitantes (BENDATI et al, 1998). Este reservatório tem caráter estratégico para a cidade e para o Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE), considerando que constitui a única captação de água que não provém do Lago Guaíba e, portanto, representa uma área livre de poluidores potenciais como o Pólo Petroquímico, o Pólo Carboquímico, indústrias de papel e celulose, de couros, além da navegação. Visto isso, *“a manutenção desta Estação de Tratamento de Água garante a continuidade do abastecimento, caso ocorram eventuais problemas de contaminação na bacia do Guaíba”* (BENDATI et al, 1998). Entretanto, a qualidade da água dos mananciais que deságuam na barragem tem sido comprometida no decorrer dos anos, devido à ocupação urbana progressiva na área do entorno do reservatório.

Figura 1: Mapa de Localização da Área de Estudo

Fig. 1: Mapa de Localização da Área de Estudo



A espacialidade em estudo, situada aproximadamente a 30°05'S e 51°06'W, corresponde, então, a uma área com conflito de uso na periferia do município de Porto Alegre, caracterizando-se como uma área de preservação e de expansão urbana, com ocupação, em grande parte, irregular do terreno. Esta situação acaba ocasionando, além de problemas sócio-econômicos característicos, problemas ambientais em decorrência do uso inadequado do solo para habitação, instalação de pequenas atividades econômicas, despejo de águas servidas, esgotos domésticos e lixo nos arroios tributários (TEIXEIRA, 1992) e problemas legais devido à posse irregular da terra.

Os procedimentos metodológicos adotados consistiram na delimitação e no mapeamento da cobertura vegetal e do uso do solo do entorno da barragem, além das áreas assoreadas e próximas ao reservatório. Para este mapeamento foram utilizadas técnicas de fotointerpretação, geoprocessamento e sensoriamento remoto, tomando como base a interpretação de fotografias aéreas em escala 1:8000 de duas épocas (1972 e 1991) e imagem do satélite LANDSAT TM5 de 09 de março de 1999. Posteriormente, os depósitos foram caracterizados em termos de estrutura e gênese. Para isto, adotaram-se os seguintes passos: amostragem superficial em 15 pontos em áreas de assoreamento ao longo da barragem, testemunhagem em cinco pontos, através de um processo de introdução do testemunhador por percussão, com a penetração de no máximo 70 cm, o que indica o limite de sedimentação do local e posterior análise sedimentológica destes materiais. Nesta análise, enfatizou-se a composição textural, procurando identificar a presença ou não de artefatos humanos, característicos de depósitos tecnogênicos. Num segundo plano, analisou-se a coloração e o formato dos grãos para complementar a descrição.

Nas amostras T4/1 e T5/1, em que foi observado macroscopicamente a possibilidade de apresentar lama fecal, levando em consideração o forte odor fecal humano, a coloração amarelado férrico fraco e a grande quantidade de sedimento tamanho argila, foi feita a determinação do teor de matéria orgânica em sedimentos finos, usando o método de combustão.

A conflituosa dinâmica da área

O crescimento populacional experimentado pelas sub-bacias dos arroios formadores da Represa Lomba do Sabão vem modificando as características originais de seu entorno e, conseqüentemente, das suas águas. Em razão da precariedade do planejamento com relação à ocupação do solo, pela inexistência de um sistema de esgotamento sanitário e falta de programas de educação sanitária e ambiental da população, além da multiplicidade de atividades na região, em um misto de urbana e rural, a qualidade das águas da represa vem apresentando um crescente comprometimento, chegando até a dificultar o processo de tratamento da ETA Lomba do Sabão.

O processo de urbanização de Porto Alegre que sofreu um significativo incremento na década de 70, teve um papel muito importante na evolução da área em estudo. Este crescimento das áreas urbanas (1972=5,41 ha, 1991=16,22 ha e 1999=26,52 ha), que pode ser perfeitamente visualizado ao compararem-se os mapas das duas épocas em questão (Figuras 2 e 3) e a imagem classificada (Figura 4), veio acompanhado de ocupações irregulares, desmatamento e assoreamento das áreas próximas à Barragem Lomba do Sabão.

A necessidade de expansão das áreas urbanas, em virtude do inchaço das cidades, levou a população mais pobre a deslocar-se para as zonas periféricas, onde as terras custavam menos e onde havia a possibilidade de ocupar áreas desabitadas. Mas esta ocupação incorria, muitas vezes, em ações irregulares, já que nesta área localizam-se muitas nascentes que, pelo artigo 2º do Código Florestal, devem ser preservadas, assim como áreas de mata ciliar, áreas que circundam a barragem e áreas de preservação permanente, como o Parque Saint Hilaire.

No entanto, o mapeamento da área suscitou questões bastante interessantes que a princípio parecem contraditórias, como o aumento da área de mata que expandiu-se sobre áreas de campo, simultaneamente ao aumento das áreas urbanas, das áreas agrícolas e das áreas de assoreamento na barragem, como fica claro na comparação dos mapas de uso do solo e cobertura vegetal no entorno da Barragem Lomba do Sabão de 1972 e 1991 (Figuras 2 e 3).

O aumento da área de mata no entorno da barragem (1972=124,45 ha, 1991=146,59 ha e 1999=210,4 ha), deveria então, de acordo com a interpretação mais usual, aumentar a proteção do solo, diminuindo os impactos das chuvas e reduzindo sua erosividade, resultando num decréscimo de processos erosivos pelo escoamento superficial que evitaria o assoreamento na barragem. Não obstante, é importante salientar que, com base na análise das fotografias, este aumento da área de mata se deu com inserção de espécies exóticas (diferença clara quando se analisa as texturas das matas), como o eucalipto, mesmo sendo considerado, de acordo com Secretaria Municipal do Meio Ambiente - SMAM (1978), uma espécie inadequada para área de parque. Isto porque a monocultura de espécies exóticas e a deposição de folhas secas sobre o terreno não permite a regeneração natural da mata nativa, além de aumentar os perigos de

incêndio que juntamente com a invasão humana, constituem os maiores fatores de destruição e degradação das áreas de mata (SMAM, 1978). Estas espécies começaram a ser inseridas na área do parque, entre 1944 e 1946, “...quando a Diretoria do Departamento de Águas e Esgotos promoveu, no local, o plantio de 450.000 mudas de eucalipto para uso como combustível de casa de máquina responsável pelo recalque da água da barragem até a Hidráulica Moinhos de Vento” (ARIOLI e RIZZOTTO, 1998). Esse plantio desfigurou a paisagem da região, mas em vários pontos do parque já se verifica a regeneração da vegetação nativa. O florestamento com eucalipto é perfeitamente visualizado na imagem classificada, compreendendo uma área de 80,535 ha. Já as áreas de mata nativa somam 129,87 ha. O decreto 6223 de 13/12/77 que regularizou a área do parque Saint Hilaire como área de preservação permanente é outro ponto a ser considerado para o aumento da área de mata, já que qualquer atividade de exploração dos recursos naturais passou a ser expressamente proibida, o que possibilitou a regeneração da vegetação e recuperação de alguns locais.

Os campos tiveram, em geral, uma retração de sua área (1972=118,59 ha, 1991=70,39 ha e 1999=45,34 ha), principalmente na porção S/SE, onde houve o avanço das matas. Mas em pontos específicos do espaço em estudo, nota-se a expansão das áreas cobertas por gramíneas, especialmente, próximas às áreas urbanizadas, o que pode ser justificado por algumas atividades de criação de gado e outros animais, desenvolvidas pelos moradores do local (SMAM, 1978).

Figura 2: Mapa de Cobertura e Uso do Solo no entorno da Barragem Lomba do Sabão-1972

Fig. 2: Uso do Solo e Cobertura Vegetal no entorno da Barragem Lomba do Sabão - 1972

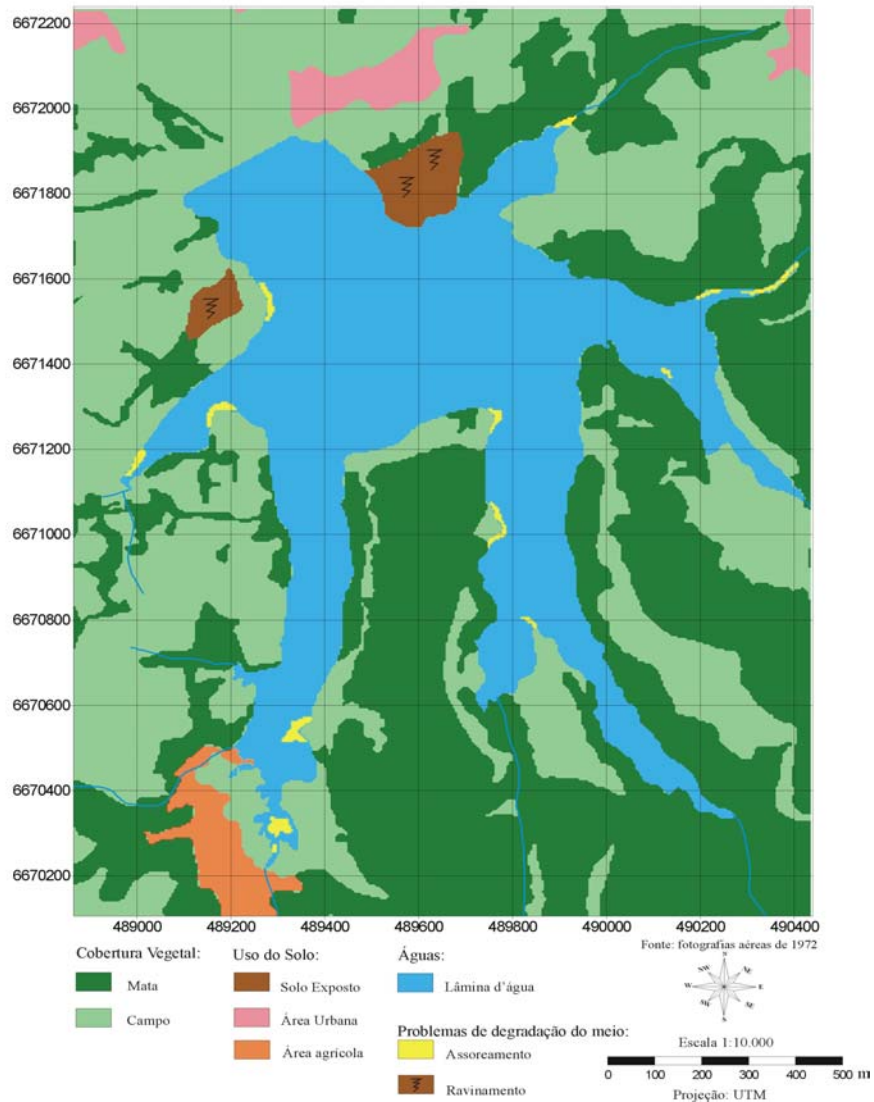


Figura 3: Mapa de Cobertura e Uso do Solo no entorno da Barragem Lomba do Sabão-1991

Fig. 3: Uso do Solo e Cobertura Vegetal no entorno da Barragem Lomba do Sabão - 1991

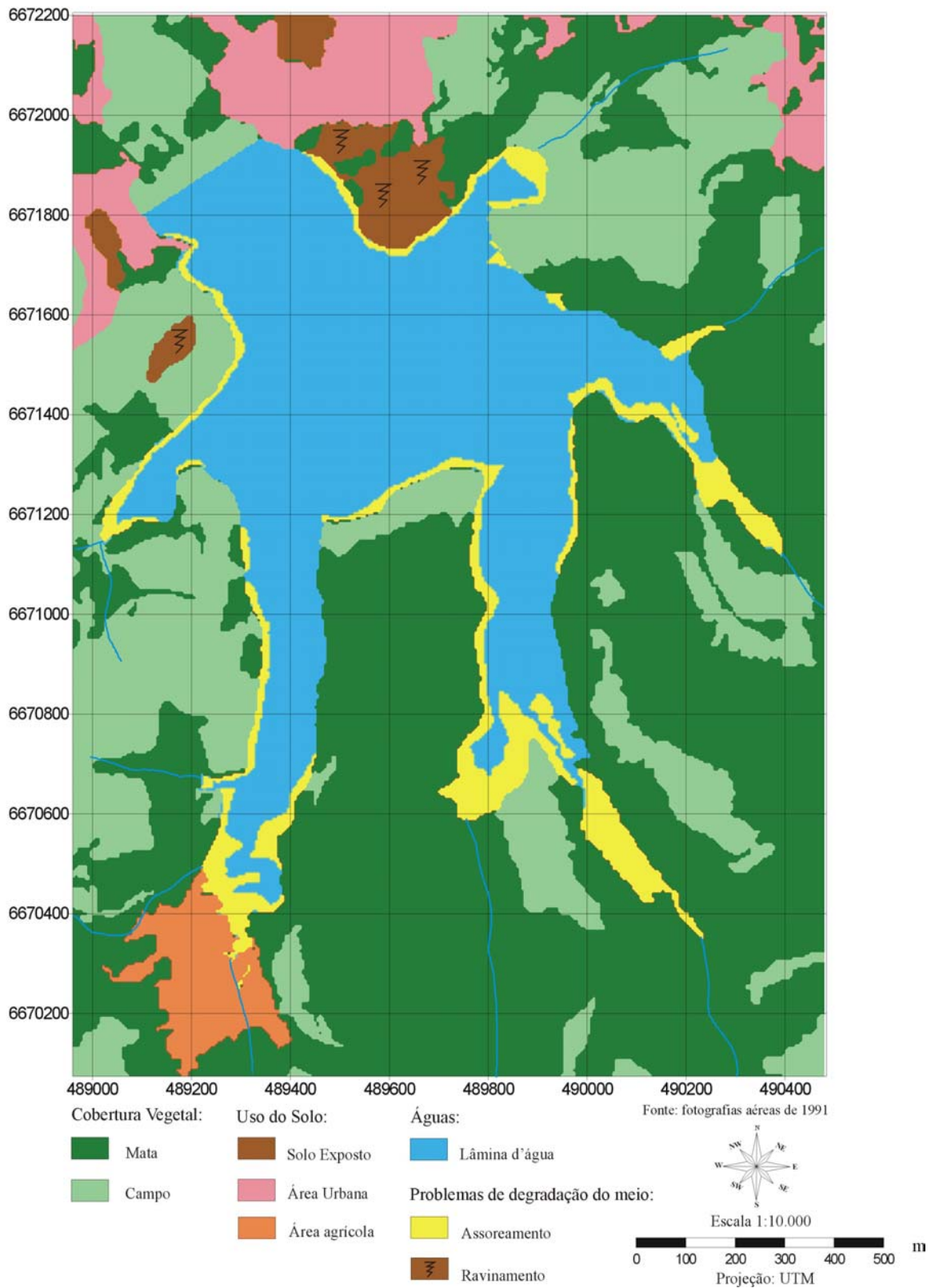
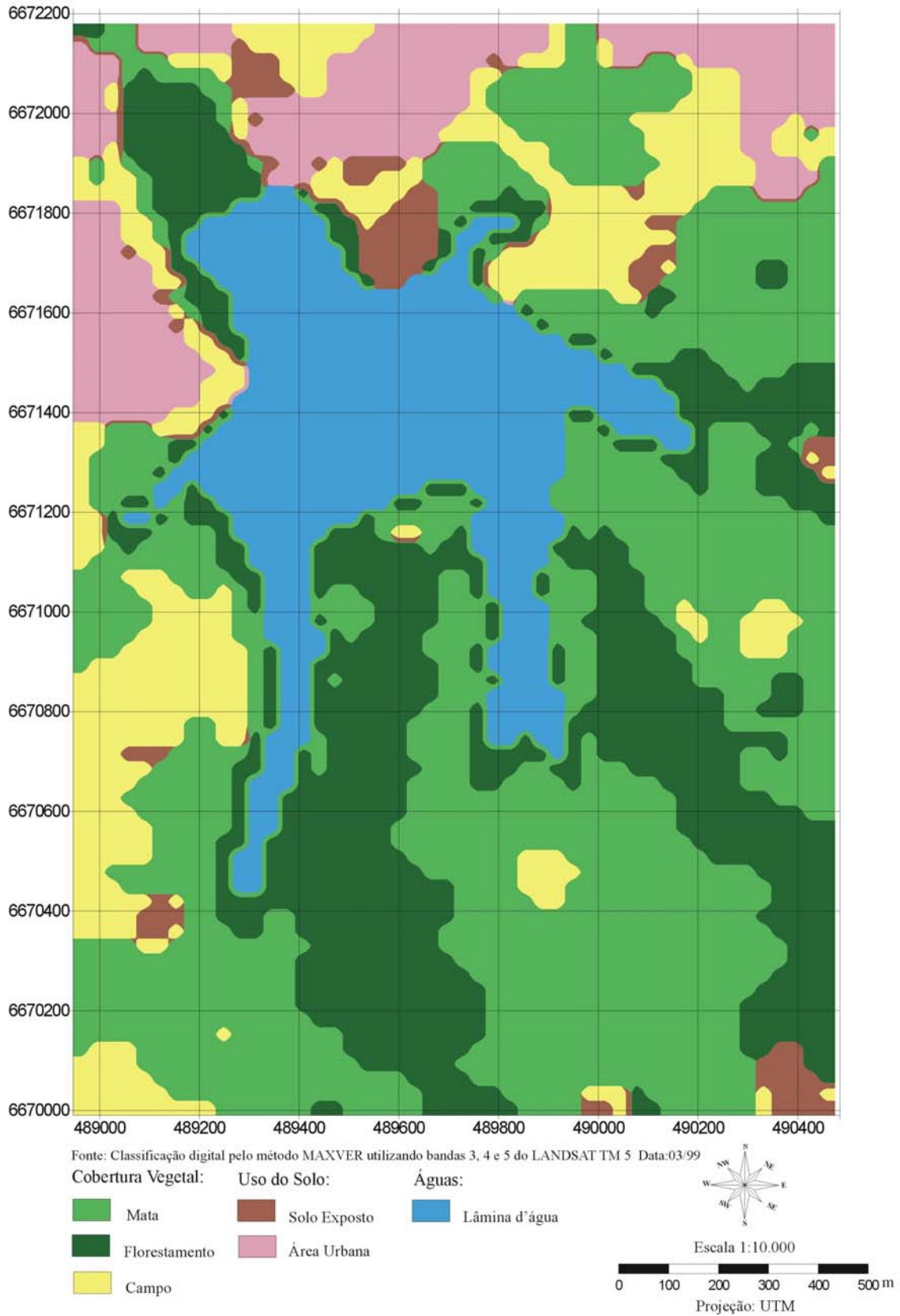


Figura 4: Mapa de Cobertura e Uso do Solo no entorno da Barragem Lomba do Sabão-1999

Fig. 4: Uso do Solo e Cobertura Vegetal no entorno da Barragem Lomba do Sabão - 1999



As áreas urbanas expandiram-se, degradando algumas áreas e deixando o solo exposto (1972=4,05 ha, 1991=6,4 ha e 1999=11,02 ha), em virtude, principalmente, da retirada de vegetação para construção de moradias e pelo desenvolvimento de pequenas atividades agropastoris.

Quanto às áreas de ravinamento presentes em algumas porções de solo exposto (1972=4,05 ha e 1991=4,75 ha), observa-se a recuperação parcial de uma delas, situada a NW da barragem, a qual não oferece tanto perigo pelo fato de estar localizada mais distante das margens, associada à existência de gramíneas que oferecem maior proteção ao solo. Porém, houve a ampliação de uma outra área, situada a NE da barragem. Esta porção mais significativa de ocorrência de ravinamento e desnudação do solo com a exposição da rocha fonte é intensificada com a ausência de cobertura original em virtude da ação antrópica, uma vez que este espaço localiza-se bem próximo às zonas urbanas (ver Figura 3). A exposição da rocha em vertente com considerável declividade resulta no aumento da contribuição de sedimentos transportados pelo escoamento superficial de águas pluviais para a barragem, acelerando o processo de assoreamento e, conseqüentemente, diminuindo o período de vida útil desta. Essa situação é agravada pelo aporte de sedimentos carreados pelos arroios que desembocam na Barragem Lomba do Sabão.

O processo de assoreamento, crescente neste período (1972=1,2 ha e 1991=14,63 ha), verifica-se, principalmente, nas desembocaduras dos seis principais arroios que deságuam na Barragem Lomba do Sabão (arroios Sem Nome e Casa Velha a NE, Pequeno a E, Dilúvio e Taquara a S, e Vitorino a W) o que leva a conclusão de serem, estes sedimentos, trazidos pelos cursos fluviais, em virtude de processos que alteram a dinâmica destas sub-bacias, como a remoção das matas ciliares. A lâmina d'água da Barragem Lomba do Sabão diminuiu de 77,5 ha em 1972, para 64,4 ha em 1991 e 53,04 ha em 1999. A área agrícola, localizada a SW que compreende o viveiro da SMAM, a qual expandiu-se no período de 1972 a 1991 (1972=4,49 ha e 1991=6,36 ha) pode ser indicada, provavelmente, como um dos elementos responsáveis pelo assoreamento deste setor da barragem, já que o solo apresenta um tipo de cobertura que poderá favorecer os processos degradacionais, mais do que em áreas de mata. Os campos, em situações de escoamento concentrado, também favorecem os processos de erosão superficial e remoção de sedimentos, mas a explicação para os assoreamentos de setores da barragem, como a S/SE, em áreas de mata, podem ser dadas, em parte, pela existência significativa de mata de eucalipto que não evita o escoamento concentrado em períodos de intensa precipitação.

Ainda sobre questões de depósitos de assoreamento, é conveniente salientar que, pelo mapeamento elaborado, foi possível perceber dois tipos de depósitos: um linear, disposto ao longo das margens da barragem e, outro, em forma de polígonos, localizado nos pontos terminais ao fluxo fluvial (foz dos arroios). Os lineares, sendo arenosos, constituem depósitos mais recentes que ficam visíveis em períodos de precipitação "normal" ou com a redução da lâmina d'água em um período de estiagem, sendo totalmente submersos em épocas de cheia. Já os depósitos em forma poligonal representam o assoreamento efetivo e já bastante consolidado da barragem, uma vez que sua textura e cor são expressões de depósitos no nível da lâmina d'água ou superior a ela, com presença nítida de cobertura vegetal.

É conveniente lembrar que os depósitos de assoreamento que se formaram na Barragem Lomba do Sabão trazem conseqüências à qualidade da água, uma vez que a carga de sedimentos aumenta, juntamente com o aumento da carga orgânica e coliformes fecais advindos dos esgotos sanitários, vindo a reduzir sua qualidade para uso doméstico.

A Interpretação das amostras

As amostras superficiais foram retiradas ao longo do lago da barragem, nas áreas de assoreamento mais recentes que caracterizavam um depósito de barra rente às margens.

Nas análises em laboratório, considerando a granulometria, foi possível encontrar dois grandes grupos: as amostras com areia e lama e as amostras com areia e cascalho. O primeiro grupo, que corresponde às amostras A02, A03, A04, A06, A07, A10, A12 e A13, caracterizadas pela presença de areia com lama encontra-se próximo às desembocaduras dos arroios, nas reentrâncias ("braços") da barragem, onde o movimento da água é mais calmo, propiciando a sedimentação de areia juntamente com sedimentos mais finos. No entanto cabe evidenciar que nestas amostras domina a areia grossa (0,5 mm), indicando um transporte curto do material sedimentar, pois o grão encontra-se irregular e com um tamanho grande.

Entretanto é importante mostrar que o aporte de sedimentos não tem origem somente nos processos de vertente que ocorrem no local, mas também dos movimentos de aumento e retração da lâmina d'água em virtude de épocas de cheias e secas que constroem terraços nas margens da represa, os quais também podem constituir fonte de sedimentos.

O segundo grupo em questão, o das areias com cascalho, caracterizado pelas amostras A01, A05, A08, A09, A11, A14, A15, foi retirado ao longo das margens mais retílineas, em áreas onde a cobertura vegetal é feita basicamente por gramíneas ou onde esta é inexistente, como é o caso da A01 que, em sua granulometria, apresenta predomínio de areia com cascalho, destacando-se a partícula areia grossa. Isto é evidência de um curto período de transporte, acentuado pela inexistência de vegetação na vertente à montante.

No entanto, foi através da análise realizada com uma lupa binocular que encontraram-se evidências mais significativas da influência antrópica. Isto porque, enquanto na análise macroscópica não havia a presença de artefatos humanos em 26,66 % das amostras, a investigação com lupa apontou a força antropogênica como de grande atuação, uma vez que em 93,33% (14 das 15 amostras) das amostras superficiais foi possível encontrar resquícios de artefatos humanos, tais como fios de nylon, plástico, vidros e carvão e ainda, mas em menor quantidade, material de construção e restos de metais. Em meio a estes materiais foi possível encontrar restos de vegetais e carapaças de moluscos, abundantes em amostras retiradas de áreas com cobertura vegetal ou próximas a elas e raras, em áreas descobertas.

Cabe salientar que, apesar de serem detectados resquícios de artefatos humanos na grande maioria das amostras, estes foram quantitativamente inexpressivos. Desta forma, a caracterização das amostras superficiais permite classificar os depósitos de barra, de acordo com a classificação de FLANNING & FLANNING apud PELOGGIA (1998), em materiais espólicos, oriundos de depósitos de assoreamento devido à erosão acelerada, onde os artefatos humanos existem, mas em pouca quantidade. Segundo classificação de OLIVEIRA apud PELOGGIA (1998) que considera a gênese dos depósitos, estes são induzidos, já que são decorrentes do uso do solo da região.

Os cinco testemunhos foram coletados nas desembocaduras dos arroios, que abrangem as áreas assoreadas mais antigas da represa, sob forma de polígonos, onde, inclusive, já se nota a presença de cobertura vegetal.

Quanto à granulometria, o Testemunho Um (T1) apresenta-se de forma homogênea nos quatro estratos caracterizando-se, segundo a classificação textural de SHEPARD, como areia com lama, predominando nas amostras as frações areia grossa e silte. Na amostra T1/3 a granulometria da areia predominante diminui para média, fina e muito fina, o que pode indicar um período de águas mais calmas, sem episódios de intensas precipitações que proporcionou a sedimentação desses grãos menores.

O Testemunho Dois (T2) apresenta também areia com lama, nos dois primeiros estratos, com predomínio de areia grossa e silte. Mas no T2/3 apresenta areia com maior quantidade de areia grossa, mostrando que os processos erosivos naquele setor da barragem se intensificaram, propiciando a deposição dos sedimentos de maior granulometria.

O Testemunho Três (T3) é o que mais caracteriza um comportamento natural, seja pelo aporte de sedimento recebido, seja em relação à dinâmica hídrica, visto que ele apresenta no seu estrato inferior lama com areia, predominando silte e argila, mudando para areia com lama, com domínio de silte e areia grossa. Este fato comprova a importância da cobertura vegetal na proteção do solo, especialmente a relevância da manutenção da mata nativa e, conseqüentemente, o seu papel como obstáculo para processos de assoreamento. A espessura do pacote de sedimentação também é um indicativo do papel da vegetação na questão da seleção do material que chega à barragem, uma vez que o T3 é o testemunho menos espesso com 47 cm indicando pouco aporte de sedimentos que, pela análise granulométrica são em grande parte finos. Isto porque este testemunho constitui o único retirado de local com significativa presença de mata nativa, no setor nordeste da represa, na desembocadura do Arroio Casa Velha, o mais protegido da atividade humana.

O Testemunho Quatro (T4) apresenta em toda sua estrutura areia com lama, dominando silte e areia grossa nas amostras T4/2 e T4/3. Na base do testemunho (T4/1), domina o silte e a areia fina. Nela foram encontradas evidências da presença de lama fecal. Estas evidências foram a coloração amarelado ferríco da amostra, o forte odor fecal humano e a grande massa de tamanho argila. Constitui lama fecal mais antiga, com alguma influência de matéria orgânica natural do local que deu à amostra uma coloração um pouco mais escura que a da amostra T5/1 que também apresentou estas características. Nesta amostra realizou-se, então, a quantificação da matéria orgânica (m.o.), tomando como parâmetro o T1, que na sua base apresentava alta quantidade de m.o. O T1 apresentou 5,2 % de m.o., enquanto o T4 mostrou 11,8 %, evidenciando uma diferença de 6,6 %. Uma concentração alta de material orgânico, possivelmente justificada pela deposição de matéria fecal trazida pelos arroios que drenam vertentes hoje, já bastante ocupadas.

O Testemunho Cinco (T5) apresenta um comportamento bem diferente dos demais mostrando uma dinâmica diferenciada. Nesta amostra também encontraram-se evidências de lama fecal, mas uma lama mais característica, com coloração amarelada ferríca fraco, além dos demais indicativos. Nesta, igualmente, foi feita a quantificação da matéria orgânica (m.o.), tendo como resultado 12,8 % de m.o., representando uma diferença de 7,6 % do T1, tomado como parâmetro. Um teor significativo de carga

orgânica, possivelmente explicado pela quantidade de material fecal depositado pelo Arroio Taquara, curso fluvial com maior aporte de carga orgânica oriunda de despejos domésticos. No estrato acima, a amostra (T5/2) apresentou lama com areia, predominando o silte e a areia fina. O T5/3 mostrou areia com cascalho, predominando os tamanhos areia muito grossa, areia grossa e grânulos, evidenciando um período de alta descarga de material grosseiro, oriundo de processos de escoamento significativos em episódios de intensa precipitação. Estes processos podem ter sido facilitados pela presença de uma área agrícola à montante que apresenta um tipo de cobertura que poderá favorecer os processos degradacionais. Os demais estratos apresentaram areia com lama, dominando silte, areias fina, média e grossa no T5/4 e, silte a areia grossa no T5/5, mostrando um crescimento no aporte de material mais grosseiro, indicativos de processos de erosão acelerada.

A lama fecal presente na base destes dois últimos testemunhos indica um período contínuo de despejos de esgotos provenientes das habitações à montante diretamente nos cursos d'água e, através destes, na barragem. Os episódios posteriores, que mostram uma erosão mais intensa e maior transporte de material grosseiro, favoreceram ao rápido soterramento desta lama e, ao mesmo tempo, constituíram obstáculos às novas deposições, levando a possíveis desvios nos fluxos de água de fundo e continuidade destas deposições mais à jusante. Esta provável interpretação poderá ser corroborada em trabalhos futuros, através de testemunhagem nas desembocaduras mais atuais dos arroios.

O T4 é um indicativo da existência desta lama em pontos, não necessariamente, próximos à foz, evidenciando uma contribuição da dinâmica hídrica do corpo lacustre, favorável ao processo de assoreamento na forma de pontais.

Ao fazer uma comparação dos testemunhos, analisando estratos de mesma altura, foi possível estabelecer relações e chegar a um entendimento dos processos que interferem na dinâmica da Barragem. Estes são evidenciados em três fases na represa. A primeira fase, corresponde a um período onde o aporte de material recebido era mais fino e o ambiente, tipicamente lacustre, era mais calmo propiciando a decantação imediata destes sedimentos. A 30 cm de altura, aproximadamente, nota-se uma ruptura, mostrando a deposição de material de granulometria média, indicando esta, uma intensificação dos episódios chuvosos e aumento dos processos torrenciais de vertente. Na terceira fase, mais recente, a expressiva quantidade de material grosseiro depositada, indica uma aceleração no processo de erosão, também comprovado se associarmos às amostras do topo dos testemunhos, as amostras superficiais que representam os últimos processos ocorridos na represa.

Esta seqüência identificada nos testemunhos mostra a forte relação entre cobertura vegetal e uso do solo e processos de escoamento em vertente. As primeiras fases, com aporte de material fino indicam uma presença mais estável de cobertura vegetal. As fases posteriores, com aporte de material mais grosseiro indicam uma transformação da cobertura vegetal e do uso do solo que favorece os processos de erosão acelerada.

As áreas de assoreamento mais antigo, localizadas nas desembocaduras dos arroios, de onde foram tirados os testemunhos, mostram a presença de artefatos humanos em 100% das amostras, mesmo nos estratos mais profundos, indicando que a atuação humana se faz há muito tempo, possivelmente desde o início das ocupações no local. Além dos elementos naturais à amostra, como restos de vegetais e resquícios de carapaças de moluscos, encontraram-se fios de nylon, plástico, carvão, metais, arame, restos de tecidos, vidros e materiais de construção. Analisando a qualidade dos materiais encontrados percebe-se que, em grande parte da área, estes depósitos são formados por influência de pescadores que atuam na área e ainda população das redondezas que utiliza a represa para atividades de lazer.

A freqüência destes materiais possibilita classificar estas áreas de assoreamento como áreas de depósitos tecnogênicos induzidos e com presença de materiais espólicos, em virtude da erosão acelerada. No entanto, a presença de lama fecal no estrato mais inferior dos Testemunhos Quatro e Cinco, indica que, no passado, estes depósitos eram gárbicos, uma vez que apresentavam quantidades de matéria orgânica de origem humana muito superiores às quantidades de artefatos.

A aceleração do tempo geomorfológico no entorno do reservatório

A Barragem Lomba do Sabão sofreu significativas alterações ao longo dos vinte e oito anos estudados (1972-2000). Alterações positivas, como o aumento da área de mata, através, em parte, da regularização da condição do Parque Saint Hilaire como área de preservação permanente, e alterações negativas como o considerável incremento das áreas assoreadas na barragem. Certamente, estas alterações são conseqüências da maciça urbanização que ocorreu neste local, a partir da década de 70, além de todas as modificações inseridas neste ecossistema pela ação antrópica, como a remoção de vegetação para a construção de moradias (muitas delas, irregulares, sem qualquer sistema de saneamento ou tratamento de esgotos domésticos) ou para o desenvolvimento de pequenas atividades agrícolas e de criação de animais. Este conflito de uso acabou propiciando a aceleração de processos naturais como o assoreamento, visto que favoreceu a intensificação de processos de vertente como o escoamento superficial e a erosão, principalmente em episódios de precipitações torrenciais.

Relacionando os dados obtidos neste trabalho com os dados do DMAE (1990) que datam os depósitos sedimentares do fundo do reservatório em 41 anos, pode-se extrapolar que os mesmos foram formados desde o início das ocupações no local. Conclui-se, portanto, que têm uma idade aproximada de 49 anos. Este dado pôde ser extrapolado para as margens, pois o comportamento do fundo reflete toda a dinâmica do entorno, ficando evidente que a idade dos depósitos de fundo são as mesmas das áreas assoreadas nas desembocaduras dos arroios.

Mas foi a partir da análise dos mapas elaborados que pôde-se perceber a questão da aceleração do tempo geomorfológico na barragem Lomba do Sabão, já que, em vinte e oito anos, a represa teve 24,46 ha de sua área reduzida, ou seja, 31,6 % da sua lâmina d'água convertidos em assoreamento (considerando os 77,5 ha de 1972 a totalidade da lâmina d'água) que vem a formar depósitos tecnogênicos. Estes, além de constituírem a materialização das transformações antrópicas impressas no ambiente, sem dúvida refletem uma aceleração pela dinâmica social de processos que, naturalmente, levariam muitos anos. Tem-se quase 1/3 da barragem comprometidos por um processo de assoreamento que forma depósitos tecnogênicos decorrentes da erosão acelerada. Estes, pelo fato de trazerem em sua estrutura resíduos sólidos decorrentes do mau uso do solo no entorno, causam impactos significativos ao meio, uma vez que alteram a dinâmica natural do lago, além de modificar a qualidade sanitária da água, dificultando seu tratamento.

As proposições para minimizar os crescentes processos que alteram a dinâmica do reservatório da Lomba do Sabão, principalmente os de assoreamento que originam os depósitos tecnogênicos, responsáveis pela alteração na qualidade sanitária das águas da barragem, recurso destinado ao abastecimento da população, centram-se num controle mais efetivo da retirada de vegetação nas áreas de preservação, como áreas ribeirinhas e áreas de parque, além de uma fiscalização das ocupações irregulares. Quanto às áreas ocupadas, cabe remover a população, se localizadas em áreas de risco ou de preservação, ou implantar um sistema de tratamento de esgotos nestas habitações, e coleta de lixo, o que já minimizaria a questão dos dejetos lançados nos arroios. É claro que de nada adiantam estas atitudes, se não houver um trabalho de conscientização junto à população local, que vise diminuir o lançamento de lixo nos corpos d'água e a remoção de mata ciliar, bem como disseminar uma preocupação ambiental junto às atividades agrícolas e de criação. É necessário também fornecer informações relevantes de cuidado com o meio ambiente e de como estes cuidados podem trazer benefícios e melhorias à qualidade de vida destas pessoas. A preocupação com a educação sanitária da população também é um ponto a ser destacado. Soluções práticas só são viáveis e dão bons resultados se acompanhadas de um esclarecimento da população, que será a maior responsável pela manutenção dos resultados obtidos.

Já se tem conhecimento das ações que o governo local, através do DMAE e outras Secretarias, vêm desenvolvendo para buscar a manutenção desse manancial, com fins de abastecimento e preservação da vida aquática e da paisagem natural. Essas ações centram-se na "implantação da rede coletora, ligação predial, construção de coletor tronco ao longo do Arroio Dilúvio (relevante contribuinte da barragem) e transferência de moradias" (BENDATI et al, 1998).

O homem, em um curto período de tempo, imprimiu na superfície terrestre marcas significativas. Através de suas ações no ambiente, criou formas e modificou outras, intensificou processos naturalmente lentos. Alterou o curso natural das coisas. Agora corre atrás do prejuízo. Os efeitos do assoreamento na Barragem Lomba do Sabão e as tentativas de minimizar este processo, tentando reverter a crescente poluição hídrica das águas da represa, expressas pelo aparecimento desenfreado de macrófitas aquáticas, são exemplos disto.

A ocupação intensa das vertentes à montante da barragem alteraram a dinâmica hidrogeomorfológica do local, deixando o solo mais suscetível a processos torrenciais de escoamento e erosão, levando a um grande assoreamento em pouco tempo. Assoreamento que, tendo iniciado há cerca de cinquenta anos, foi evidenciado com a diminuição da lâmina d'água há menos de trinta anos.

Agora, com um processo adiantado de degradação da área, pensa-se nas medidas para mitigar os impactos e desacelerar este tempo geomorfológico. Medidas, na sua maioria, tecnológicas, desenvolvidas para atenuar conseqüências que não se havia pensado no início das ocupações humanas na área da barragem, ou que não se tinha idéia das dimensões que tomariam. A natureza se recupera, mas ainda ficarão registradas as marcas do homem nos depósitos tecnogênicos que ali surgiram.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIOLI, M. S. e RIZZOTTO, R. S. 1998. *Cenas da arborização de ontem e de hoje*. In: MENEGAT, R. et al. (org.). Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Editora da Universidade. Pp. 121-130.
- BENDATI, M. M. et al. 1998. *Mapa do sistema de abastecimento de água tratada*. In: MENEGAT, R. et al. (org.). Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Editora da Universidade. Pp. 181-182.
- PELOGGIA, A. 1998. O Homem e o Ambiente Geológico. São Paulo: Xamã. 271p.
- ROHDE, G. M. 1996. Epistemologia Ambiental: uma abordagem filosófico-científica sobre a efetuação humana alopoiética. Porto Alegre: EDIPUCRS. 234p.
- SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE. 1978. Diretrizes de Manejo da Área de Preservação Permanente do Parque Saint Hilaire. Porto Alegre: SMAM. 67p.
- SUERTEGARAY, D. M. A. 1997. Geomorfologia: novos conceitos e abordagens. In: Anais do VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e I Fórum Americano de Geografia Física Aplicada. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná. Pp. 24-29.
- TEIXEIRA, A. R. et al. 1992. Estudos das Águas Represadas na Lomba do Sabão. Vol. III. Porto Alegre: DMAE. 66p.
- TAVARES, M. R. P. 1997. Condições ambientais da margem NE da Bacia de Captação da Barragem do Passo do Sabão. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Geografia. 15p. (Projeto de Pesquisa).