



IMPACTO AMBIENTAL: EFEITOS DOS DEJETOS DE SUÍNOS NO LENÇOL FREÁTICO DA MICROBACIA DO CÓRREGO BEBEDOURO, UBERLÂNDIA-MG

João Mateus de Amorim

joão_mateus2007@yahoo.com.br

Msc. Doutorando em Geografia

Manuel Rolando Baldomero Berrios Godoy

rolando@rc.unesp.br

Programa de Pós-Graduação em Geografia

RESUMO

A escolha deste tema deve-se ao aumento no rebanho de suínos no Brasil, em especial, no Triângulo Mineiro (MG), que poderá gerar diversos impactos ambientais em solos, na água e no ar. Já a escolha da área deve-se à intensa ocupação do solo pela agropecuária (granja de suínos e aves, estábulos de bovinos e eqüinos, um frigorífico de suínos e plantações de milho, soja, pastagens e hortaliças) na região do Triângulo Mineiro. O objetivo dessa pesquisa é contribuir para a compreensão do processo de ocupação por granjas de suínos e seus impactos ambientais, por meio de análises qualitativas e quantitativas com vistas a identificar os possíveis resíduos percolados no lençol freático da microbacia do córrego Bebedouro, afluente do Rio Araguari, no município de Uberlândia - MG. Ao verificar impactos nas análises físico-químicas e biológicas, deverá propor alternativas sustentáveis de uso e ocupação do solo por granjas de suínos a fim de melhorar a qualidade da água deste corpo hídrico subterrâneo.

Keywords: Impactos Ambientais; Poluição no Lençol Freático; dejetos de suínos.

INTRODUÇÃO

Para a realização deste trabalho procuramos inseri-lo dentro de um espaço específico chamado microbacia. A temática ambiental deve estar interligada aos diversos aspectos ambientais, tais como: o geológico, o pedológico, o climático, o geomorfológico, o hidrológico, dentre outros. Para isto, os dados coletados nesta pesquisa deverão ser tabulados com base na abordagem sistêmica e holística. Nesse processo, pretende-se compreender o meio ambiente na sua totalidade e na sua complexidade, buscando-se sempre a conexão entre os elementos ambientais desse espaço.

A definição da bacia hidrográfica como unidade geográfica pertinente para atender a objetivos propostos por organizações institucionais emergentes não é apenas um reconhecimento do peso da dimensão ecológica, mas também das dimensões sociais, culturais e políticas na compreensão da complexidade dos processos ambientais. O modelo de gestão das bacias hidrográficas, adotado na legislação brasileira, é baseado nos pressupostos do co-manejo e da descentralização das tomadas de decisão. Nesse sentido, os comitês de bacia e as agências de água representam (re) arranjos institucionais com o objetivo de conciliar interesse diversos e muitas vezes antagônicos, assim como controlar conflitos e repartir responsabilidades (CUNHA; GUERRA, 2007, P. 71).

Estimamos que se trata de uma pesquisa que pode ser importante para a geografia e para a temática ambiental. Desde o ponto de vista sistêmico, esse local, ocorre entrada de insumos, luz, água, equipamentos entre outros (input) e a saída de resíduos e efluentes, entre outros impactos (output). Pretende-se entender esse processo em sua totalidade, com as possíveis respostas da natureza por meio de resiliência ou de resistência. Por resiliência entende-se a capacidade de regeneração de um sistema alterado, já a resistência refere-se à alta capacidade de regeneração, ou seja, para ser alterado, esse espaço, precisa de um impacto maior.

A disposição dos dejetos de suínos no solo, para adubação, deve ser levado em conta manejo adequado nas granjas e de local apropriado para a maturação do dejetos, via

biodigestor e lagoas de decantação impermeabilizadas. O lançamento, no solo ou em corpos hídricos, de forma inadequada pode provocar diversos impactos, como mau cheiro, poluição no solo por metais (zinco e cobre) e nitrogênio e eutrofização dos corpos hídricos, diminuindo a quantidade de oxigênio na água e provocando a mortandade de organismos aquáticos. Já as alterações no solo poderão contaminar a produção de alimentos de origem animal ou vegetal e/ou contaminar o lençol freático (KONZEN, 2003).

Para agravar essa situação, ocorreu um aumento acelerado da produção de suínos em nível mundial para atender o mercado global de carnes, provocando diversos impactos ambientais, principalmente na China, país cotado como primeiro produtor internacional. Em seguida, têm-se os EUA, a Alemanha, a Espanha, a França, a Polônia, o Brasil e o Canadá, segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2001).

Como produtor mundial que é o Brasil, essa situação abrange diversas regiões e Estados do país, tais como: Triângulo Mineiro (MG), Rio Verde e Jataí (sul de GO), norte do Maranhão (MA), norte da Bahia (BA), Sergipe (SE), Alagoas (AL), Pernambuco (PE), Paraíba (PB) e Rio Grande do Norte (RN), Mato Grosso (MT), Mato Grosso do Sul (MS) e São Paulo (SP) (BRASIL, 2003). No Brasil, a região sul (Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina) apresenta uma maior concentração de produtores de suínos, principalmente no Estado do Paraná e Santa Catarina.

Para esclarecer o termo “dejetos de suínos” é preciso entendê-los como tudo aquilo que se retira e se descarta na criação de porcos: unhas, pêlos, couro, fezes e urina, ração e água de uso em bebedouros e lavagem de piso. Nesse contexto, trata-se de esclarecer que já existem algumas agroindústrias ou produtores de suínos aproveitando partes destes dejetos para a obtenção de outros benefícios como créditos de carbono, confecção de sabão e calçados com couro, entre outros.

Essa atitude, em relação à minimização dos impactos destes resíduos, não é fruto somente de leis ambientais, mas, também, da pressão de ordem ecológico-econômica dos organismos internacionais ligados às certificadoras vinculadas às “Organizações Internacionais de padronização” (ISO 14.001), com o “*slogan*” produção sustentável ou produção limpa. Entre outras medidas, elas propõem que os dejetos (fezes e urina) sejam biodegradados em estufas de lona para a obtenção do gás metano.

Considerando-se que os efeitos de tais impactos são pouco conhecidos e levando-se em consideração também à importância que representam, o presente projeto de pesquisa pretende investigar a quantificação e a qualificação dos impactos ambientais, no lençol freático de uma microbacia da zona rural, advindos da implantação de uma granja de suínos.

Para maior entendimento acerca do que vem a ser um lençol freático, Rebouças (2006) esclarece que as águas subterrâneas são aquelas que estão no subsolo. Este pode ser saturado e não saturado, alimentado por rochas porosas e permeáveis. Esse processo de infiltração, lixiviação ou percolação da água no solo é importante para a reciclagem ou a autodepuração dos efluentes de suínos.

Acreditamos que esta pesquisa pode tornar-se importante, uma vez que vai analisar a água do lençol freático, que por sua vez alimentará os córregos e rios superficiais ou poderá acumular-se nos aquíferos subterrâneos mais profundos. Neste sentido, apresenta-se a relevância deste trabalho e sua eficiência para os estudos ambientais voltados para a abordagem sistêmica.

OBJETIVOS

O objetivo geral do presente trabalho é gerar instrumentos técnicos e metodológicos que nos permitam avaliar os impactos ambientais dos dejetos de suínos no lençol freático, para tal efeito, tomaremos como base de experimentação a microbacia do córrego Bebedouro

nas proximidades do IFET-TM - Campus Uberlândia-MG. Mais especificamente serão estudados os seguintes aspectos:

conhecer a qualidade da água do lençol freático por meio dos seguintes parâmetros: pH, zinco, cobre, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato, fósforo, DBO e OD;

analisar os aspectos físico-químicos do solo retirado, após a perfuração dos poços de visita, e compará-los com os resultados dos ensaios da água do lençol freático;

conhecer os impactos ambientais advindos da implantação de granja de suínos no âmbito mundial, nacional, regional e local;

elaborar o mapa de uso e ocupação do solo e a carta geoambiental da produção de suínos na microbacia do córrego do Bebedouro;

avaliar a oscilação do lençol freático no período seco e chuvoso, relacionado com o tempo da pesquisa de campo;

elaborar e propor procedimentos sustentáveis para a ocupação do solo por granja de suínos na microbacia do córrego Bebedouro.

Em relação a esses objetivos, pretende-se verificar a hipótese central desta pesquisa em relação aos impactos ambientais dos dejetos de suínos no lençol freático da microbacia do córrego Bebedouro, frente às possíveis vulnerabilidades deste espaço. A hipótese que norteia este estudo é, portanto, a de que a ocupação intensa e desordenada, sem planejamento e sem preocupação com as normas ambientais, principalmente pelas granjas de suínos, poderá alterar a qualidade dos corpos hídricos e do lençol freático, por meio do transporte via escoamento superficial ou por lixiviação.

Espera-se, então, com este projeto, propor orientações para a melhoria dos aspectos ambientais e para a redução de impactos advindos da ocupação por granjas de suínos, por meio da construção de um mapa que aponte o local ideal para instalação deste tipo de empreendimento e que seja possível aplicar em outras realidades.

JUSTIFICATIVA COM SÍNTESE DA BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

Com relação à degradação do meio ambiente, Cunha e Guerra afirmam que:

O manejo inadequado dos recursos naturais, tanto em áreas urbanas como rurais, tem sido a principal causa da degradação. Como consequência tem assistido toda uma gama de impactos, como: erosão dos solos, desmatamentos, desertificação, poluição, inundações etc (CUNHA; GUERRA, 2000, p. 377).

Também se referindo a essa questão, Sanchez (2006) comenta:

A degradação refere-se a qualquer estado de alteração de um ambiente e a qualquer tipo de ambiente. O ambiente construído degrada-se, assim como os espaços naturais. Tanto o patrimônio natural como o cultural podem ser degradados, descaracterizados e até destruídos (Sic). Vários desses termos descritivos serão utilizados para caracterizar impactos ambientais. Assim como a poluição se manifesta a partir de um certo patamar, também a degradação pode ser percebida em diferentes graus. O grau de perturbação pode ser tal que um ambiente se recupere espontaneamente; mas, a partir de certo nível de degradação, a recuperação espontânea pode ser impossível ou somente se dar a prazo muito longo, desde que a fonte de perturbação seja retirada ou reduzida. Na maioria das vezes, uma ação corretiva é necessária [...] (SANCHEZ, 2006, p. 27).

Para analisar e entender o nível de degradação ambiental dos espaços rurais, principalmente no solo, no lençol freático e nos corpos hídricos, será preciso conceituar o "impacto ambiental" em toda sua amplitude. Nesse sentido, podemos apoiar-nos em Coelho (2001) quem define o termo da seguinte maneira.

Impacto ambiental é, portanto, o processo de mudanças sociais e ecológicas causado por perturbações (uma nova ocupação e/ou construção de um objeto novo, uma usina, uma estrada ou uma indústria) no ambiente. Diz respeito ainda à evolução conjunta das condições sociais e ecológicas estimulada pelos impulsos

das relações entre forças externas e internas à unidade espacial e ecológica, histórica ou socialmente determinada. É a relação entre sociedade e natureza que se transforma diferencial e dinamicamente. Os impactos ambientais são escritos no tempo e incidem diferencialmente, alterando as estruturas das classes sociais e reestruturando o espaço (COELHO, 2001, p. 24).

Fazendo uma ponte para o objeto da pesquisa em questão pode se afirmar que a produção de suínos é uma ação humana que produz dejetos (efeitos) e impactam os recursos hídricos de uma forma geral. Então esse levantamento foi relevante para o esclarecer às falsas interpretações em relação ao que é impacto ambiental e que não é impacto ambiental, ou seja, efeito ambiental.

Para minimizar essas alterações e garantir a sustentabilidade ambiental no espaço rural com o uso da fertirrigação, devem-se adotar outros cuidados, além da disposição adequada dos dejetos de suíno na agropecuária, tais como analisar o tipo de solo, o período (clima seco e chuvoso), a declividade do terreno, a matéria orgânica, a quantidade de resíduos acumulados no solo e a capacidade de absorção e adsorção dos nutrientes químicos (fertilizantes) e orgânicos (fertilização). Jesus (2004) apresenta da seguinte forma as influências e os fatores que envolvem a percolação dos poluentes no solo:

O processo de migração e retenção de poluentes no solo é influenciado por diversos fatores relacionados ao fluido percolante, ao próprio solo e às condições ambientais: o tipo de solo, a mineralogia, a CTC, as espécies de cátions adsorvidos, a velocidade de percolação, o teor de matéria orgânica, a concentração do contaminante, a presença de outras substâncias na solução percolante, as condições hidrogeológicas, a temperatura e o pH do meio (JESUS, 2004, p. 9).

Nesse contexto, é de suma importância devotar preocupação à qualidade das águas, elemento que exige uma atenção especial por parte dos gestores públicos, dos pesquisadores e da sociedade em geral, visando à preservação da qualidade dos mananciais, da água de consumo humano e, assim, cuidar da saúde da população, uma vez que a água pode atuar como veículo de transmissão de agentes de doenças infecciosas e parasitárias (BRASIL, 2005). Para esclarecer o conceito de poluição, Sánchez (2006) afirma:

O verbo poluir é de origem latina, *polluere*, e significa profanar, manchar, sujar. Poluir é profanar a natureza, sujando-a [...] As causas da poluição são as atividades humanas que, no sentido etimológico, "sujam" o ambiente. Dessa forma, tais atividades devem ser controladas para se evitar ou reduzir a poluição [...] São exemplos de poluentes: Elementos ou componentes químicos presentes nas águas superficiais ou subterrâneas, cujas concentrações podem ser medidas por procedimentos padronizados [...] Material particulado ou gases potencialmente nocivos presentes na atmosfera, cujas concentrações podem ser medidas por métodos normalizados [...] Ruído, medido usualmente em decibéis [...] Vibrações, medidas, por exemplo, em mm/s, cujos valores são estabelecidos por normalização técnica. Radiações ionizantes, medidas, em Bq/l ou Sievert, que são também objeto de regulamentação específica (SANCHEZ, 2006, p. 25).

Para o bom gerenciamento dos recursos naturais, adquire importância levar em conta os indicadores de sensibilidade do solo aos ataques antrópicos e naturais, dados como espessura ou profundidade do solo, textura, estrutura, capacidade de retenção hídrica e capacidade de infiltração, erodibilidade e drenabilidade (ALMEIDA; TERTULIANO, 2002).

Estes autores mostram que o desmatamento ou a supressão da vegetação natural para a implantação de campos agrosilvopastoris provocam impactos aos solos e aos corpos hídricos; contaminação de aquíferos, rios, córregos, entre outros, pelo uso indiscriminado de fertilizantes e agrotóxico. Há, ainda, a possibilidade do avanço de pragas e doenças, provocando o aumento do uso destes produtos. A retirada da vegetação provoca um aumento do escoamento laminar e a perda da camada de solos, de nutrientes naturais e sintéticos (fertilizantes) e resíduos de agrotóxicos por lixiviação, provocando assoreamentos, eutrofização e contaminação dos corpos hídricos.

Os solos são sempre sensíveis aos danos causados pelo uso antrópico e, além das suas funções edáficas, outras funções, como a do armazenamento de lençóis

aqüíferos e a capacidade de dissolução de compostos orgânicos, podem ser afetadas pelo uso inadequado, causando perdas ao ambiente e ao próprio homem, posto que o solo, juntamente com a atmosfera e a água, constitui a base fundamental de sustentação da vida no planeta (ALMEIDA; TERTULIANO, 2002, p. 36).

Diante desse fato, Girotto (2007) mostrou que pode ocorrer um acúmulo de metais pesados, como cobre e zinco na parte superficial do solo, com a percolação destes em profundidade nas camadas edáficas com lançamento de dejetos de suíno sob o solo. Nos testes com os parâmetros anteriores, foi constatada que as maiores doses (80 m³ por ha) provocam maiores concentração destes metais em Mg/kg nas camadas do solo.

Já Basso (2003) comenta que o nitrato contido nos resíduos que percola para camadas mais profundas do solo, podendo contaminar o lençol freático. A amônia do dejetos de suíno pode rapidamente volatilizar em condições normais de temperatura e pressão, após sua disposição no solo. Já o fósforo pode ser lixiviado e carregado pelo escoamento superficial.

Por sua vez, Konzen (2003; 2007) também confirma a preocupação com a contaminação por metais pesados nas camadas superficiais do solo, com a possibilidade de percolação nas partes mais profundas dele. Isto poderá contaminar o lençol freático e os mananciais de superfície. A respeito dessa situação, o mesmo Konzen (2003) comenta que o acúmulo de altas concentrações de cobre, zinco e nitrogênio, via dejetos de suínos no solo pode contaminar os mananciais de águas subterrâneas, devido à movimentação em profundidade no seu perfil.

Baseado nos antecedentes citados, fica claro que se deverá ter uma preocupação com a contaminação do solo, das águas e do ar, após a construção de galpões de criação de suínos. Mas, percebe-se que é preciso ir além desses levantamentos e buscar uma conexão entre o uso e a ocupação do solo e sua inter-relação com o meio social, ambiental, econômico entre outros componentes. Para isso, será necessário conhecer a composição do esterco líquido de suínos, apresentado por Pereira (2006), que segundo ela, se constitui de: matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, sódio, magnésio, ferro, zinco, cobre e outros elementos.

Para amenizar a ação desses contaminantes no solo, na água e no ar, será necessário adotar alguns procedimentos de cunho sanitário e ambiental. Neste sentido, a construção de granjas e frigoríficos de suínos e outras agroindústrias deste ramo é mister levar em consideração as seguintes precauções: deve localizar-se a mais de 100 m de distância de casas e a mais de 500m de distância de bairros residenciais; é preciso plantar cercas vivas para diminuir o impacto dos odores (amônia e germes patogênicos); deve localizar-se a mais de 100 m de corpos hídricos de uma forma geral e em locais com lençol freático abaixo de 3 m de profundidade (PEREIRA, 2006).

Após a construção desses empreendimentos, também, é necessário elaborar um planejamento ambiental para o manejo dos resíduos desse processo. Os dejetos de suínos devem ser encaminhados para várias lagoas de decantação e maturação para a redução do seu poder de impactar o meio ambiente. Para isso, devem ser implementados, segundo Dartora et. al. (1998 apud PEREIRA, 2006), vários processos de tratamento como decantador de fluxo ascendente para a separação dos materiais grosseiros; lagoas anaeróbias para a redução da carga orgânica do efluente; lagoas facultativas para auxiliar na redução dos materiais orgânicos e dos nutrientes (fósforo e nitrogênio); lagoas de aguapés que servem para a remoção do nitrogênio e do fósforo. Em relação ao tratamento dos poluentes e contaminantes com dejetos de suínos, será apresentado um fluxograma dessas etapas, segundo os mesmos autores (Figura 4)

Após todo esse processo, com um planejamento adequado, é que poderá ser utilizado este biossólido na agricultura. Essa atitude também vai reduzir a ação impactante do efluente, pois as bactérias do solo e outros agentes presentes no espaço vão remover a matéria orgânica biodegradável, o fósforo, o nitrogênio e os germes patogênicos, dentre outros. Mas

a disposição de dejetos de suínos no solo de forma inadequada, sem o tratamento prévio, poderá impactar tanto o solo quanto a água e o ar, devido à quantidade ou a sua acumulação na área em questão (PEREIRA, 2006).

Segundo Dartora et. al. (1998), a eficiência da remoção de DBO_5 e de nutrientes, segundo o fluxograma em destaque, é de 54% para DBO_5 , 52% para o Nitrogênio e 68% para fósforo. Já em relação à combinação de um decantador, duas lagoas anaeróbias, uma lagoa facultativa e uma lagoa de aguapés, esse processo torna-se mais eficiente, chegando a 99% para DBO_5 , 92% para nitrogênio e 97% para fósforo.

Para que se possa almejar a sustentabilidade dos espaços rurais deve-se inserir nas atividades agrícolas de uma forma geral o cuidado com o ambiente físico, com vistas a garantir a produtividade do solo, a qualidade da água, a sobrevivência dos animais da microfauna e da macrofauna, as reservas florestais entre outros. A qualidade ambiental da bacia hidrográfica necessita procedimentos básicos para minimizar os impactos no meio ambiente. Para a manutenção dos sistemas ambientais físicos, necessita-se de investimento em boas práticas na agropecuária, aliada a um planejamento e à gestão dos ativos naturais.

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O local em que realizaremos a pesquisa encontra-se situado no Instituto Federal da Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFET – TM), Campus Uberlândia, localizado na microbacia do córrego Bebedouro, o qual será um ponto de apoio aos trabalhos de campo e de laboratórios.

Esse corpo hídrico afluente da margem esquerda do rio Araguari está situado no município de Uberlândia, na mesorregião do Triângulo Mineiro e no sudoeste do Estado de Minas Gerais. Na área em questão, predomina o clima tropical, com secas de inverno e cheias de verão, com vegetação de cerrado dividido em várias fitofisionomias, tais como: cerrado típico; cerradão; campo cerrado; campo limpo; vereda e florestas (mata ciliar, mata de galeria e mata de encosta), que são elementos do ecossistema passíveis de serem alterados. Para visualização da localização segue-se o mapa, segundo a Figura 1:

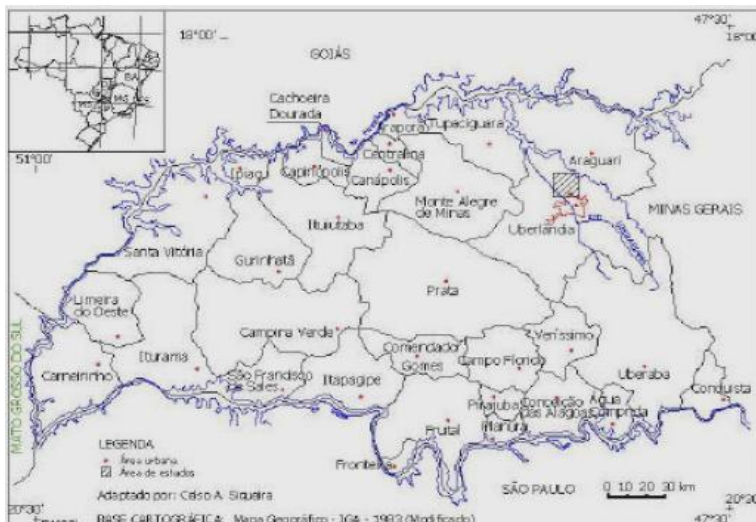


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo

Fonte: Silva et. al., 2000, p. 2

Com a implantação do sítio urbano de Uberlândia, os impactos ambientais no espaço rural aceleraram-se, além do que, com o avanço da agricultura mecanizada, principalmente a partir da década de 1960, na bacia do Rio Uberabinha e na bacia do rio Araguari e de seus afluentes, e iniciou-se um processo de alteração da vegetação natural.

Após a década de 1960, o cerrado começou a ser destruído, com a implantação das técnicas da denominada “revolução verde” e da mecanização no campo. Por se tratar de solos planos e de fácil uso e ocupação pela agricultura, eles foram totalmente alterados em 30 anos de agricultura voltada para o agronegócio. Esse processo provocou a degradação da natureza, assoreou rios, secou nascentes e veredas e também poluiu e contaminou os recursos hídricos com agrotóxicos, fertilizantes, dejetos de suínos e de bovinos, dentre outros impactos, uma vez que a pecuária se difundia na região.

MÉTODO

Antes de iniciarmos a descrição dos procedimentos metodológicos que nortearam o trabalho aqui proposto, faz-se necessário mostrar qual é a concepção de método em que nos apoiamos. Segundo Oliveira (2001),

[...] Método significa a ordem que se deve impor aos diferentes processos necessários para atingir um objetivo ou um resultado desejado. Em ciência, método é o conjunto de processos que devem ser empregados na investigação e demonstração da verdade. O método não se inventa. Depende do objeto da pesquisa. Os sábios da antiguidade tiveram o cuidado de anotar os passos percorridos e os meios que os levaram aos resultados descritos. Outros, depois deles, analisaram tais processos empíricos transformaram-se gradativamente em métodos verdadeiramente científicos [...] A época do empirismo passou. Hoje em dia não é mais possível improvisar quando se trata de entender e explicar um fenômeno [...] A atual fase é da técnica, da precisão, da previsão, do planejamento. Ninguém se pode dar ao luxo de fazer tentativas ao acaso para ver se colhe algum êxito inesperado (OLIVEIRA, 2001, p. 17).

Para ele, a investigação surge de um problema ou fenômeno a ser observado. Para guiá-la, é preciso formular hipótese ou pressuposição para delimitar o tema a ser pesquisado. As etapas e processos, referentes ao método científico, são: a observação e coleta de dados; as hipóteses; a experimentação; a indução que fornece a explicação e a teoria que abrange o assunto de forma ampla.

O estudo, nesse contexto, deve se apoiar nas técnicas do geoprocessamento. Segundo o pensamento de Christofolletti (1999), alguns atributos físicos do meio ambiente, tais como topografia, geomorfologia, solos e corpos hídricos, podem ser mais facilmente percebidos, nessa perspectiva, mas “o clima não é um componente materializável e visível na superfície terrestre, embora seja perceptível e contribua significativamente para se sentir e perceber as paisagens” (CHRISTOFOLLETTI, 1999, p. 41). Para aprimorar esse conhecimento, Popper (1975a apud CHRISTOFOLLETTI, 1999) aponta hipóteses de pesquisas que possam ser refutadas sob a luz de novas formas de análise do objeto.

Na concepção de Karl Popper, o fundamental no conhecimento científico não consiste em realizar pesquisas e experimentos para ratificar os enunciados ou hipóteses, mas sim em criar condições passíveis de refutá-las. A quantidade de exemplos receptivos não aumenta a validade e conteúdo dos enunciados, que somente ganham consistência quando submetidos e ratificados em inúmeras condições diferentes [...] Na perspectiva de Popper, os enunciados que não são passíveis de refutação devem ser considerados como não científicos e dogmáticos (CHRISTOFOLLETTI, 1999, p. 21).

Dentro do contexto exposto, as pesquisas buscam o entendimento e o conhecimento do objeto e cria a possibilidade de análise sob vários pontos de vista. Para conhecer as dinâmicas da natureza na perspectiva sistêmica, devem-se relacionar os atributos ambientais (pedologia, geologia, climatologia, etc.) com os passíveis impactos ou alterações no meio ambiente.

Na discussão em relação aos sistemas ambientais como método, Bertalanffy (1973) comenta que, nessa abordagem, o todo é menor que as partes, ou seja, estas perdem qualidades ao serem analisada de forma separada e fragmentada, amparada com base na visão reducionista, cartesiana e mecanicista. Neste ponto, a especialização da ciência gera progresso devido à profundidade da investigação, mas perde parte do todo ao fragmentar-

se, gerando avanços e retrocessos. Neste sentido, o cientista tem uma visão do todo a partir de uma visão fragmentada, gerando conhecimentos e teorias desconectadas do todo. Essa situação, segundo Leff (2001), apresenta uma crise de limite e de conhecimento da natureza.

No presente trabalho será empregada a abordagem sistêmica, como método, amparada nos autores elencados por Christofolletti (1999) em sua pesquisa: “Bertalanffy (1933), Bertrand (1968), Sothava (1976), Ab’Saber (1977), Tricart (1972; 1973; 1976; 1977; 1979), Christofolletti (1979), Toppmair (1983), Prigogine (1984), Lovelock (1991)”, e outros (CHRISTOFOLETTI, 1999, p 1-33). Para a compreensão do sistema ambiental, deve-se distinguir ecossistema e geossistema. Sobre este assunto, Christofolletti (2002) postula o seguinte:

O ecossistema é definido como sendo área relativamente homogênea de organismos interagindo como seu ambiente. A comunidade dos seres vivos constitui o componente principal, que se interliga com os elementos abióticos do habitat. Sem a presença dos seres vivos não há a existência de ecossistemas (CHRISTOFOLETTI, 2002, p. 35).

[...] os geossistemas, também designados como sistemas ambientais físicos, representam a organização espacial resultante da interação dos elementos físicos e biológicos da natureza (clima, topografia, geologia, águas, vegetação, animais, solos). É o campo de ação da geografia física. Os sistemas ambientais físicos possuem uma expressão espacial na superfície terrestre, funcionando através da interação areal dos fluxos de matéria e energia entre os seus componentes [...] (CHRISTOFOLETTI, 2002, p. 37).

Continuando na mesma linha de raciocínio, segundo Christofolletti (202), a pesquisa deve envolver e englobar a complexidade ambiental e a concepção holística, de forma interativa e dinâmica. Neste estudo, analisar-se-á o meio ambiente na perspectiva do sistema aberto, da complexidade, do equilíbrio dinâmico, do funcionamento, da resiliência e de forma integrativa com todos os elementos, mas, mesmo assim, ainda é necessário descrever e entender a morfologia e as características da paisagem, ou seja, climatologia, geologia, pedologia, geomorfologia e hidrogeologia, entre outros. Entender a concepção sistêmica na perspectiva da bacia requer uma visão abrangente e, ao mesmo tempo, fragmentada. Apesar das críticas ao método mecanicista, entende-se que não é possível compreender a bacia sem que sejam descritas suas partes, como: o solo, a vegetação, o clima, a água, os animais, dentre outras.

Nessa concepção, a bacia hidrográfica torna-se um espaço importante para se entender as variáveis de “input” (produção de suínos) e “output” (resíduos), ou seja, os poluentes (dejetos de suínos), conforme estudo de Monteiro (1978 apud CHRISTOFOLETTI, 2002, p. 43).

PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE METODOLÓGICA

Nesta perspectiva, segue-se uma proposta metodológica para o diagnóstico da situação ambiental da água do lençol freático na topossequência da vertente esquerda do córrego Bebedouro, objeto do nosso estudo.

Para a avaliação dos impactos ambientais gerados pela disposição dos dejetos de suínos “*in locu*” será utilizado um sistema de monitoramento para sete poços de visita ou observação disposta de forma a se averiguar a contaminação e a oscilação do lençol freático, na microbacia do córrego Bebedouro, nas proximidades do setor de suinocultura do IFET-TM.

A coleta dos poços de montante à granja de suínos servirá como testemunho aos ensaios da área principal e para que os possíveis poluentes oriundos do lançamento de dejetos no solo ou por resíduos da agricultura possam ser verificados, de acordo com os parâmetros analisados nesta pesquisa. Já no ponto de jusante à granja, será possível analisar a autodepuração da carga de poluentes.

Os parâmetros que pretendemos analisar na água subterrânea (lençol freático) são: pH, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato, fósforo, cobre, zinco, DBO, condutividade, bactérias heterotróficas, coliformes fecais e OD. No solo retirado, na perfuração do poço, será monitorada a concentração química dos seguintes parâmetros: nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato, fósforo, zinco, cobre e pH.

Para a determinação da composição físico-química do solo retirado, na abertura de sete poços de visita ao lençol freático, serão coletadas camadas segundo suas variações de textura e de cor, até o nível do lençol. A perfuração dos poços de monitoramento será realizada por trados, mecanizado e manual, e revestido de cano de PVC e tampa na parte superior do tubo para evitar a entrada de resíduos e sedimentos.

A qualidade da água do lençol freático será analisada nos seguintes laboratórios: IFET - TM; UNESP, Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e no laboratório do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de Minas Gerais (SESI – MG). Essa coleta será realizada nos períodos seco e chuvoso dos anos de 2009 e 2010, ou seja, de junho de 2009 a maio de 2010. As coletas da qualidade da água freática e a medição do nível do lençol, com régua graduada, serão realizadas a cada dois meses totalizando seis baterias de amostragem. Para maior detalhamento segue o croqui da área experimental, ver Figura 2.

Essa metodologia de distribuição dos pontos de coleta foi pensada no intuito de obter o máximo de informações e respostas a serem confrontadas entre os 4 pontos na topossequência da vertente e os 2 pontos na parte lateral da granja. Esse processo permitirá entender o grau de autodepuração da matéria orgânica, com verificação nos pontos de jusante. Isso certamente poderá reduzir uma possível contaminação do córrego Bebedouro.

Para o entendimento da distribuição dos pontos de coleta na área experimental é necessária a explicação deste croqui. Os pontos de coleta (P1 ao P4) estão localizados na topossequência da vertente direita do córrego Bebedouro, sendo que os pontos (1 e 2) estão próximos ao divisor de águas e a montante da granja; já os outros pontos (3 e 4) estão a jusante da granja, da lagoa de decantação e do biodigestor situado na área brejosa, área de preservação permanente (APP), próximo ao corpo hídrico em questão. Já a espacialização dos pontos (P5 e P6) visa analisar a situação ambiental da água freática a jusante e no sentido lateral da granja de suínos.

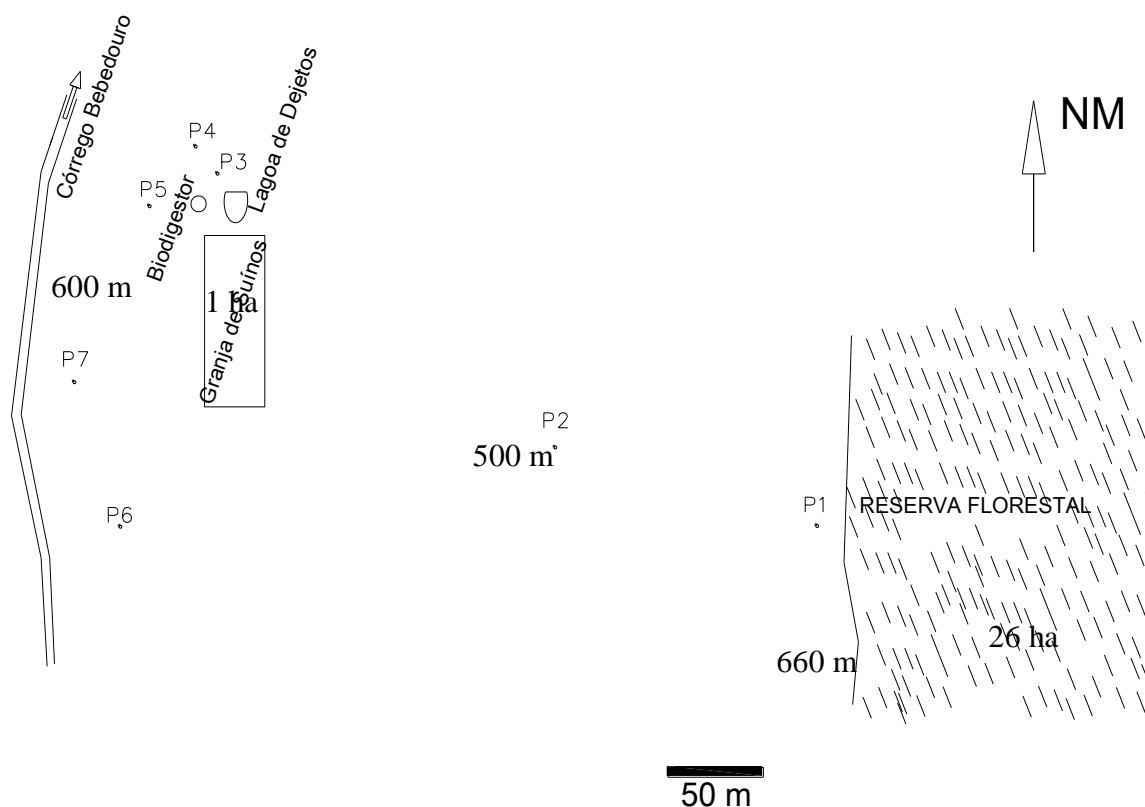


Figura 2: Croqui da área experimental

A escolha do local para a perfuração dos poços levou-se em consideração à proximidade do objeto de pesquisa (granja de suínos), a presença dos seguintes solos: latossolo vermelho distroférricos nos pontos de montante da granja (1 e 2), gleissolo nos pontos de jusante da mesma (3, 4 e 5) e argissolo no ponto lateral da granja (6), segundo Santos (2006). A declividade, nesta área, é de 12 a 20% nos pontos de montante da granja (1 e 2); já nos pontos de jusante deste empreendimento (3 a 6) é de 3 a 6%. A hipsometria da área da pesquisa é de 600 metros no (Córrego) a 660 metros de altitude na (mata), com rampa de 500 m, confirmando nesse espaço um relevo dissecado, de acordo com os dados da autora. A profundidade do lençol freático neste espaço é de 0 a 3 metros nos pontos de jusante da granja (3 a 6) e nos pontos de montante da mesma (1 e 2) é de 0 a 6 metros. Esses aspectos foram importantes para a implantação dos poços nestes locais em questão.

CARTA GEOAMBIENTAL

O mapeamento geotécnico será desenvolvido com base nas pesquisas realizadas por Zuquette (1987) e Zuquette e Gandolfi (2004). Já as análises cartográficas serão realizadas em um ambiente Spring.

Para o mapeamento de uso e ocupação do solo será utilizado o mapa IBGE na escala 1:50.000, com o objetivo de delimitar os usos do solo na microbacia. Por sua vez, a elaboração da carta geoambiental da microbacia do córrego Bebedouro será utilizada o mapa geotécnico do setor norte do município de Uberlândia (1:100.000), já georeferenciados por Nishiyama (1998). Os aspectos do meio físico a serem analisados são:

- ✓ materiais inconsolidados residuais;
- ✓ mapa de declividade;
- ✓ nível do lençol freático;
- ✓ espessura dos materiais inconsolidados.

FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS

- ✓ Tratamento gráfico e cartográfico das informações levantadas;
- ✓ Tratamento qualitativo e quantitativo dos dados coletados no trabalho de campo;
- ✓ Debate, junto ao orientador, para discussão dos resultados obtidos;
- ✓ Comparação com resultados de outros trabalhos científicos.

CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES

Tabela 1: Apresentação do cronograma da pesquisa

	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3) Levantamento de	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4) Levantamento e pesquisas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6) Sistematização e interpretação de dados e							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
7) Elaboração dos mapas de													X	X	X	X	X	X						
8) Exame de qualificação e																X	X	X	X	X	X	X	X	X

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. R. **Planejamento ambiental**: caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum. Uma necessidade, um desafio. Rio de Janeiro: Thex editora. 2ª ed., 2002.

ALMEIDA, J. R.; TERTULIANO, M. F. Diagnose dos sistemas ambientais: métodos e indicadores. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antônio José Teixeira (Orgs.). **Avaliação e perícia ambiental**. 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

BASSO, Cláudio José. **Perdas de Nitrogênio e Fósforo com a aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos**. Tese de doutorado em agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

BERTALANFFY, Ludwig Von. **Teria Geral dos Sistemas**. Trad. Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

_____. Ministério de Meio Ambiente. Lei Federal nº 9.433, de 1997. Institui o Plano Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF.

_____. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. EMBRAPA. 2ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, 5 de Novembro a 6 de Dezembro de 2001, Concórdia. Santa Catarina, 2001.

_____. Ministério de Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF.

CAPRA, Fritjof. **O ponto de mutação**. Trad. Álvares Cabral. São Paulo: Cultrix, 1982.

CAVALCANTI, Clóvis (org). **Meio ambiente**: desenvolvimento sustentável e políticas públicas. São Paulo: Cortez/ Fundação Joaquim Nabuco, 3ª ed., 2001.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

COELHO, Maria Célia Nunes. Impactos ambientais em áreas urbanas – teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (org.). **Impactos ambientais no Brasil**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

CUNHA, Luis Henrique; COELHO, Maria Célia Nunes. Política e Gestão ambiental. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antônio José Teixeira (org.). **A questão ambiental**: diferentes abordagens. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antônio José Teixeira (org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

DARTORA, Valmir; PERDOMO, Carlos C.; TUMELERO, Ivone Lopes. **Manejo de dejetos de suínos**: Boletim Informativo de Pesquisa – BIPERS nº 11. Rio Grande do Sul: EMBRAPA de Suínos e Aves e EMATER, 1998.

SILVA, Edivane Cardoso da. et. al. . **Mapeamento geotécnico da folha córrego das Moças, no município de Uberlândia-MG**. Revista Caminhos de Geografia. Nº 1, vol. 2. Uberlândia – MG: UFU/IG, 2000.

GIROTTO, Eduardo. **Cobre e zinco no solo sob uso intensivo de dejetos líquido de suínos**. Dissertação de Mestrado em Ciência do solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2007.

JACOBI, Pedro. Meio ambiente urbano e sustentabilidade: alguns elementos para a reflexão. In: CAVALCANTI, Clóvis (org). **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas** (3ª ed.). São Paulo: Cortez/ Fundação Joaquim Nabuco, 2001.

JESUS, Simone Cristina de. **Difusão de zinco em camada compactada de solo residual de gnaise**. Tese de doutorado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

KONZEN. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves**. Sete Lagoas: Embrapa. CNPMS, 2003. 12 p. (Embrapa Suíno e Aves. Circular Técnica, 31).

_____. **Manejo Sustentável dos dejetos de suínos**. In: Pecnordeste 2007. XI Seminário Nordeste de Pecuária, Ceará, 2007.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade e poder. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis, RJ. Vozes, 2001.

MATTIAS, Jorge Luis. Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina. Tese de doutorado em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

NISHIYAMA, Luiz. Procedimentos de mapeamento geotécnico como base para análise e avaliações ambientais do meio físico, em escala 1:100.000, aplicadas ao município de Uberlândia –MG. Tese de doutorado em geotecnia, USP de São Carlos, São Carlos-SP. 1998.

OLIVEIRA, Paulo Armando V. de. **Produção e manejo de dejetos de suínos**. Concórdia (SC): EMBRAPA Suínos e Aves, 200?

OLIVEIRA, Pérsio Santos. **Introdução à sociologia**. São Paulo: Ática, 2001.

PEREIRA, Edilaine Regina. Qualidade da água residuária em sistemas de produção e de tratamento de efluentes de suínos e seu reuso no ambiente agrícola. Tese de doutorado em agronomia, USP de Piracicaba, Piracicaba, 2006.

REBOUÇAS, Aldo da C. Águas subterrâneas. REBOUÇAS, Aldo da C; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia (org.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico e conservação**. 3ª ed. São Paulo: Escrituras, 2006, p. 111-144.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de textos, 2006.

SANTOS, Carla Rodrigues. **Diagnóstico ambiental e uma proposta de uso da bacia hidrográfica do córrego Bebedouro – Uberlândia/MG**. Dissertação de mestrado em geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

SECCO, Rubens Corrêa. Fitodisponibilidade de zinco, cobre, cromo e níquel de lodo de esgoto (N - viro soil) e de dejetos de suínos aplicados superficialmente a latossolo vermelho sob plantio direto. Tese de doutorado em agronomia, Universidade Federal do Paraná, 2007.

SILVA, D. D. da & PRUSKI, F. F. (ed.) **Gestão de recursos hídricos**. Aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais. Brasília: Ministério do meio Ambiente – Secretaria de Recursos Hídricos e Universidade Federal de Viçosa, 2000.

SUGUIO, K. **Geologia do quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas, 1999.

VAZ, Maria Antônia et. al. Nutrientes e metais pesados em rações e suplementos e a contaminação de solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos. Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Santa Maria, 2004.

ZUQUETTE, L. V. **Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras**. Tese de Doutorado em Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1987.

ZUQUETTE, L.V. & GANDOLFI, N. **Cartografia Geotécnica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.