



FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO SOBRE AQUÍFEROS NA REGIÃO AMAZÔNICA: O CASO DO AQUÍFERO RIO BRANCO, ACRE

Alexsande Oliveira Franco ¹
Wellington Gabriel da Silva Rodrigues ²

INTRODUÇÃO

Sabe-se que as águas subterrâneas encontradas nos aquíferos representam, quantitativa e qualitativamente, posição expressiva na distribuição e no consumo com relação às águas doces continentais, em estado líquido – mais de 97% da água doce no planeta é oriunda dos sistemas de aquíferos, além de ser responsável por metade do consumo global e uma fundamental aliada aos sistemas hidroagrícolas (CHAMBEL, 2016). Entretanto, levando em consideração que apenas 0,35 km³ de um total de 23 milhões desse recurso é de uso sustentável, a gestão que se faz especificamente sobre a água de demanda subsuperficial requer uma crucial assertividade a qual possa viabilizar o seu melhor aproveitamento (GLEESON *et al.* 2005 *apud* SOLDERA & OLIVEIRA, 2007). Com isso, para Soldera & Oliveira (2007) “é imprescindível uma governança eficiente dos recursos hídricos subterrâneos, com gestão integrada aos recursos superficiais, e de modo a permitir o uso sustentável para as águas” (SOLDERA & OLIVEIRA, 2007, p. 31).

No contexto da Amazônia Sul-Occidental, o aquífero Rio Branco (ARB), como é popularmente chamado, está inserido na Província do Amazonas e situa-se no segundo 2º Distrito da capital do Estado do Acre, em que compreende aproximadamente toda a 7ª regional administrativa da cidade. Com área calculada em 122,46 km², o aquífero passou a ser reconhecido pela ANA no ano de 2013, a partir do desenvolvimento do Plano de Manejo do Aquífero Rio Branco (JARDIM, 2013). Esse manancial ocupa a bastante tempo, importante papel na demanda de água para diversos fins na região.

Dada as proporções em tela e o tardio reconhecimento de suas potencialidades, o planejamento urbano sobre sua área de abrangência se faz impreterivelmente necessário sob a perspectiva de sua preservação quali-quantitativa. Mello Jr & Marmos (2006) nos atentam para os riscos de prejuízos à recarga por ações degradantes nas áreas: “em muitos casos, como no

¹ Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Acre - UFAC, aofrancoufac@hotmail.com;

² Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Acre - UFAC, welligtong38@gmail.com



município de Rio Branco, os recursos hídricos existentes podem se apresentar de maneira limitada, em função do volume da água a ser explorado ser maior que sua carga, fato inibidor para a utilização em grande escala deste recurso” (MELLO JR. & MARMOS, 2006, p. 25).

A regional 7, inserida no interior do 2º Distrito de Rio Branco é a localidade de maior abrangência do aquífero Rio Branco, e devido as suas condições irregulares de ocupação, é importante portanto, que se faça uma análise dessas ocupações e dos usos que se fazem do solo na região, com o objetivo de evitar futuros danos à sua dinâmica hidrogeológica (FRANCO & ARCOS, 2018). Desta forma, buscando o desenvolvimento de estudos que possam contribuir com a análise da dinâmica socioambiental, com ênfase na conservação das águas subterrâneas da Amazônia teve-se como objetivo norteador analisar as formas de ocupação e uso do solo de algumas áreas sobrejacentes ao aquífero Rio Branco.

APORTE TEÓRICO

No desenvolvimento das cidades, se teve um período designado por “pré-urbanismo”, em que se acreditava que o meio ambiente e seus recursos naturais serviam, exclusivamente, para suprir as necessidades emergentes da sociedade. Apenas com a criação de uma disciplina científica em 1910, voltada para o estudo do espaço urbano, de forma crítica e reflexiva, que a dimensão do planejamento passou a compor o ideário humano sobre cidades. (LIMA & MENDONÇA, 2001). Mendonça & Lima (2001), a partir do pensamento de Emanuel Castells sobre a concepção da expressão da cidade estar inerentemente ligada, espacial e temporalmente, ao modelo geral de produção, entendem o planejamento Ambiental como objeto de resposta fundamental ao processo de degradação do ambiente urbano, decorrente da transição das sociedades do campo para a cidade e agravado pelos “interesses empresariais”.

Nessa perspectiva, o ordenamento jurídico brasileiro relativo às águas subterrâneas, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), por meio da Resolução nº 15, de 11 de janeiro de 2001, estabelece no art. 6º a orientação aos municípios para que seja objetivada por parte dos mesmos uma gestão integrada desses recursos em seus territórios e que esteja em consonância com os planos de recursos hídricos. A critério disso, os estados devem elaborar seus Planos de Recursos Hídricos (PRHs), seguindo as diretrizes estabelecidas na Resolução nº 22 do CNRH. A resolução trata, dentre outras, da identificação de potenciais impactos à dinâmica das águas subsuperficiais: Art. 5º, inciso I: “descrição e previsão da estimativa de pressões sócio-econômicas e ambientais sobre as disponibilidades”; inciso III: “avaliação das



características e usos do solo” e; inciso IV: “análise de outros impactos da atividade humana relacionadas às águas subterrâneas” (CNRH, 2002, Art. 5).

A poluição de um aquífero, seja ele confinado ou livre (freático), está relacionada a um conjunto de fatores e características, de ordem química, física e biológica entre a superfície terrestre, a zona não-saturada e a zona saturada os quais podem inferir um determinado grau de vulnerabilidade de contaminação da água (FRANCO & ARCOS, 2020).

De acordo com Osório (2004), os primeiros usos do termo “vulnerabilidade” por hidrólogos se deram na França, na década de 70. As primeiras iniciativas de se utilizar o termo nos estudos de avaliação de contaminação das águas subterrâneas, tinham como intuito apenas denominar a suscetibilidade de um aquífero à ação antrópica sobrejacente (OSÓRIO, 2004). A partir do crescente desenvolvimento de trabalhos acadêmicos voltados para o estudo de recursos hídricos subsuperficiais, o conceito de vulnerabilidade passou a representar um eficiente instrumento para o planejamento e gestão dos aquíferos, como aborda Foster, Hirata & Rocha (1988):

Numa estratégia de defesa da qualidade das águas subterrâneas, propõe-se, como passo inicial, uma avaliação regional, a nível de reconhecimento e com base em dados disponíveis, que consiste em mapear os graus de vulnerabilidade natural dos sistemas aquíferos e caracterizar e caracterizar os riscos potenciais de poluição associados à carga contaminante. (FOSTER, HIRATA & ROCHA, 1988, p. 176).

Ainda de acordo com Franco & Arcos (2020), seguindo o índice da escala *GOD* (*Groundwater occurrence; Overall Litology of aquifers; Depth to Groundwater Table*), assim analisando o volume de precipitação anual na região (1000mm); as características litológicas do aquífero (semi-confinado), as quais viabilizam, natural e artificialmente, entrada e saída de fluxos e; a atividade antrópica sobre sua área; constatou-se que a vulnerabilidade natural do aquífero Rio Branco se apresenta de alta a extrema, com grau 0,6 a 0,8 pelo método supracitado, devido a sua condição altamente suscetível a contaminantes e às degradantes atividades antrópicas as quais situam-se sobrejacente ao aquífero.

Dentre os diversos fatores que podem influenciar quer seja negativamente, ora positivamente neste contexto, temos as formas de uso e a ocupação que se faz do solo sobre as áreas de abrangência das águas subterrâneas. Essa influência se dá positiva e/ou negativamente, em termos quantitativos pelas “alterações nas taxas de infiltração natural ou a partir de fontes artificiais de recarga”, e qualitativos “da água recarregada, devido a intrusão de contaminantes, de forma indireta, passando pela zona vadosa do solo e de forma direta, por meio de poços ou técnicas de infiltração artificial” (SERAPHIM, 2018, p. 49).

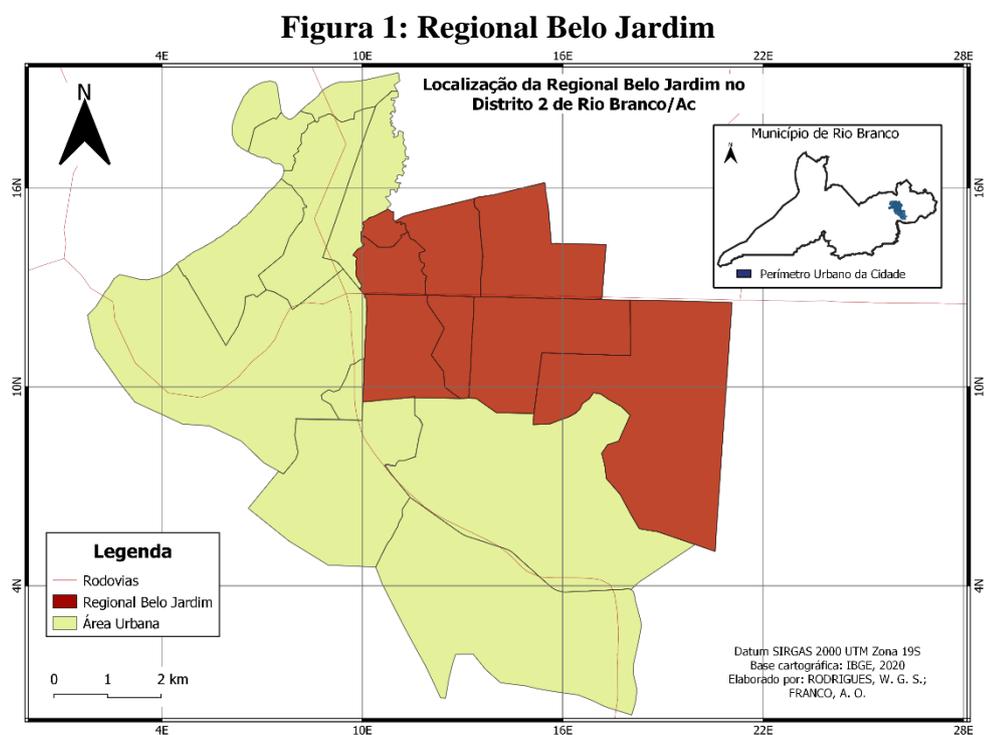


METODOLOGIA

Para a elaboração do presente trabalho alguns passos foram seguidos, entre os quais, seguem descritos abaixo:

- a) Revisão bibliográfica em livros, artigos científicos, teses e dissertações acerca do assunto proposto;
- b) Construção de um banco de dados cartográfico com imagens geoprocessadas do perímetro urbano do 2º Distrito da cidade de Rio Branco, no Acre. Além da utilização de mapa das formas de uso e ocupação do solo no segundo distrito da cidade de Rio Branco nas regionais Vila Acre e Belo Jardim (Figura 1 e 2). Utilização do software QGis 3.18 para construção de cartogramas.

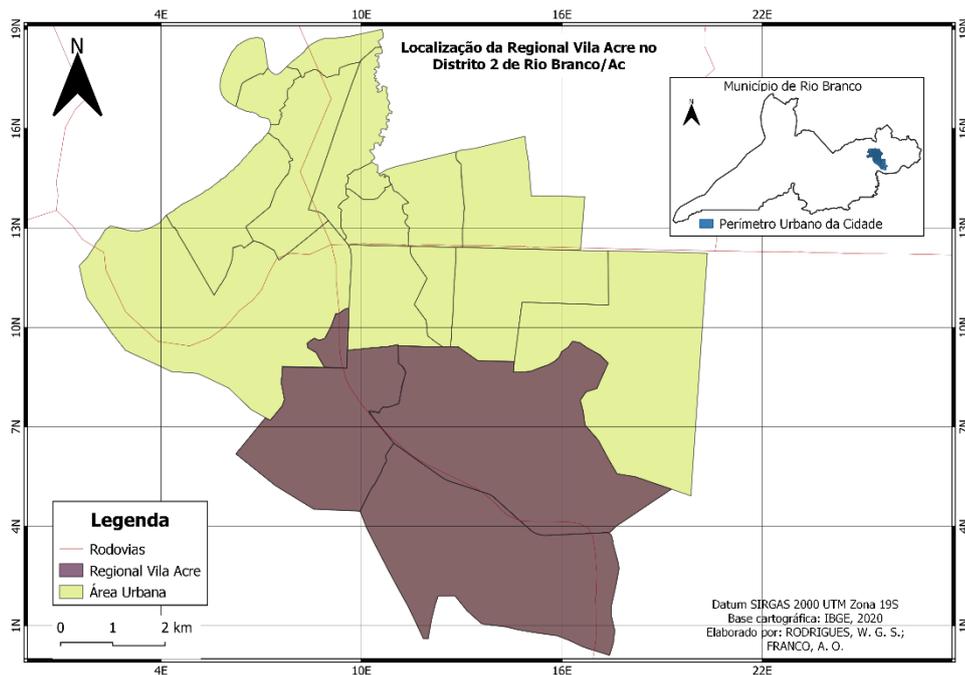
Essas regionais foram escolhidas em função: 1) do tamanho da população; 2) da diversificação das formas de uso e ocupação do solo; 3) da complexidade nas ocupações irregulares e planejadas; 4) das deficiências de infraestrutura em saneamento básico; 5) das suas características ambientais, em condições que corroboram com o propósito de conservação do aquífero; 6) da importância para o ordenamento espacial da região.



Fonte: Elaborado pelos autores



Figura 2: Regional Vila Acre



Fonte: Elaborado pelos autores.

- c) Observações *in loco* nas regionais da pesquisa para constatar o que foi possível visualizar nas imagens – as formas de uso e ocupação do solo (vias pavimentadas de tijolo, asfalto e não pavimentadas; residências; prédios; florestas; campos; obras públicas; cursos de água; açudes) -, bem como a construção de um banco de imagens fotográficas.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÕES

Para Seraphim (2018), o aprofundamento nos conhecimentos acerca das relações entre ocupação do solo e as “alterações hidrológicas”, aliado aos planos de gestão do espaço urbano e dos recursos naturais, compreende importante iniciativa na busca por garantir um equilíbrio, entre os serviços e funções naturais, pelo qual se acredita conformar cidades saudáveis.

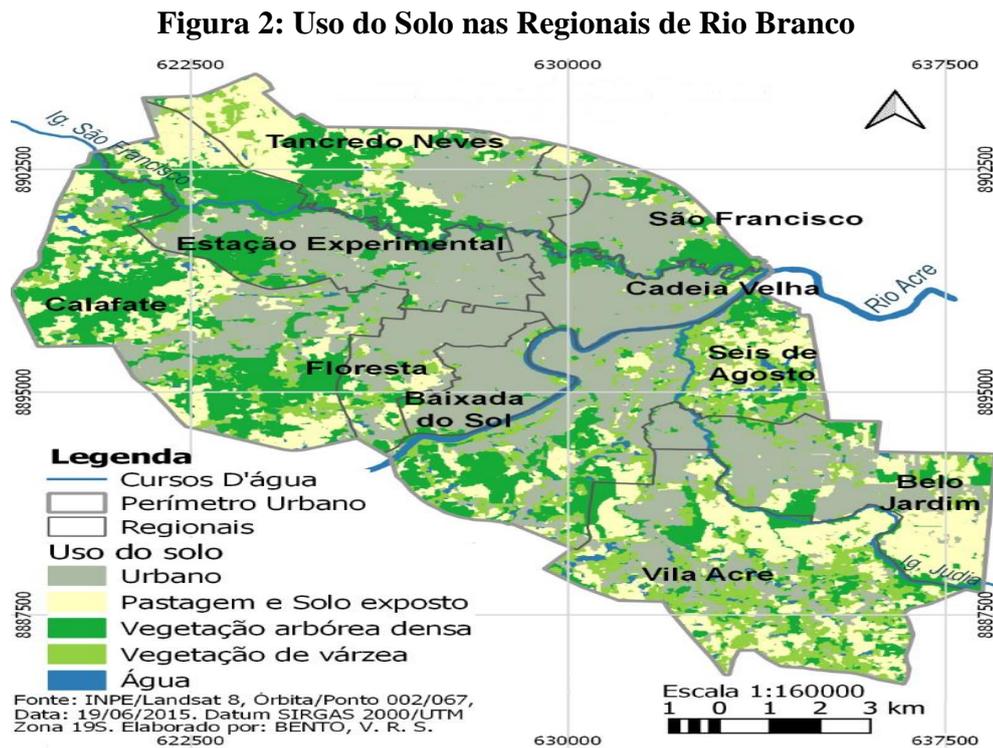
As regionais analisadas, de acordo com a sua importância para o ordenamento espacial da região, são estratégicas para a gestão do aquífero Rio Branco.

Pode se considerar, de acordo com o Plano Diretor de Rio Branco - Lei Municipal nº 2.222 de 26 de dezembro de 2016 -, que as suas localidades são de grande interesse de direcionamento da expansão urbana no Segundo Distrito devido à grande capacidade de aumento da densidade demográfica e sua proximidade com a Área de Especial Interesse Habitacional – AEIHC.



Isto é, uma área de grande potencial ecológico para a manutenção dos sistemas ambientais – naturais e sociais – é compreendida pela gestão municipal como uma região propícia a comportar os problemas urbanos inerentes ao processo de crescimento das cidades.

Ambas as regionais, Vila Acre e Belo Jardim possuem diversificação nas formas de uso e ocupação (Figura 2).



Fonte: BENTO, V. R. S. (2015).

Na regional Vila Acre, assim como em grande parte da regional anterior, as ocupações e os usos que se fazem do solo são irregulares. Foram averiguados, *in loco*, problemas como:

- Loteamento ilegal de chácaras particulares e invasões de terras de terceiros, onde a infraestrutura de saneamento se faz de forma precária, e até mesmo inexistente em muitos casos;
- Déficit no saneamento básico, infraestrutura urbana irregular e ainda problemas ambientais como a degradação da vegetação.;
- Ainda, nessa direção dos maus usos dos recursos naturais, foi observado: Cursos de água assoreados e poluídos (igarapés, córregos, etc.).

Na Regional Belo Jardim a situação apresenta-se mais crítica, observando-se em grande medida usos do solo que não corroboram com a perspectiva de preservação do aquífero Rio Branco, como:



- Solo exposto em pátios de empresas de transporte rodoviário;
- Áreas desmatadas e vegetação degradada para a produção de campo em área urbanizada, em que não foi possível identificar a motivação de tal ação;
- Vias sem infraestrutura asfáltica (ruas com solo exposto), o que propicia a compactação do solo e, por conseguinte, a redução de sua capacidade de infiltração natural;
- Além de obras públicas de habitação popular em local de alta potencialidade de recarga natural de aquíferos.

Nessa mesma regional, há também o conjunto habitacional Cidade do Povo, resultado do projeto de realocação da população dos bairros Seis de Agosto e Cadeia Velha - alvos de desastre hidrológico (enchentes do rio Acre) -, em que se concentra 10.600 residências de aproximadamente 60.000 pessoas contempladas.

Para visualizarmos essa problemática no concreto-real, em uma dimensão que melhor se aproxima da realidade observada *in loco*, segue abaixo imagens aerofotogramétricas de 2020, obtidas através do *software Google Earth Pro*, as quais representam algumas das inúmeras formas de uso e ocupação consideradas prejudiciais à dinâmica de recarga dos aquíferos e à sua preservação qualitativa:

I. Imagens aerofotogramétricas da Regional Belo Jardim

a) Áreas de solo exposto



b) Áreas de alta densidade construtiva





c) Área de lote disfuncional



d) Área construída da Cidade do Povo



A redução da vegetação de uma área, como podemos visualizar em todas as imagens e mais notavelmente na de áreas de solo exposto e áreas de alta densidade populacional, é uma das causas da redução dos níveis de infiltração da água no subsolo, através do processo de compactação do solo (SERAPHIM, 2018).

Dentre as muitas razões pelas quais compõe-se a cultura do desmatamento na região amazônica, está o paradigma da relação sociedade-natureza, denominado por Kenneth Boulding de economia fronteira (BECKER, 2005). Ou seja, no contexto do Estado do Acre, ao longo do período que se estendeu da década de 70, com a expansão da fronteira agrícola em direção a Amazônia até o governo da frente popular acreana, a compreensão que se tinha - no ideário da elite política - do conceito de desenvolvimento era de que este só se resultava do desmatamento, das derrubadas, das árvores deitadas.

Com relação ao planejamento urbano sobre a área de abrangência do aquífero Rio Branco, a desconsideração da problemática do impacto dos empreendimentos ao manancial subterrâneo pode ser claramente evidenciado com a execução do projeto habitacional “Cidade do Povo”, em que a própria redação do empreendimento, redigida pela Ação Civil Pública do Tribunal de Justiça do Acre – na busca de tecer uma justificativa que corroborasse positivamente com a proposta política - já reconhece o desrespeito, do proprietário anterior, às políticas públicas de preservação da área:



O empreendimento será instalado numa área de cerca de 700 hectares, que se encontra totalmente desmatada (pelo proprietário anterior), sem respeito às áreas de preservação permanente e à reserva legal, com o solo compactado pelo pisoteio do gado, de modo que não existe retenção de água, pois a chuva simplesmente escorre como enxurrada, causando a erosão do solo e o assoreamento dos igarapés (ACRE - Tribunal de Justiça, Ação Civil Pública, 0705226-03.2012.8.01.0001, p. 384 *apud* PIMENTEL, 2017, p. 68).

Dado o fato, não se buscou, portanto, recuperar a área, mas sim instalar sobre ela, além de um permanente foco poluidor pelo lixo produzido por cerca de 60 mil pessoas, também um desenho urbano completamente em desacordo com as perspectivas das abordagens sensíveis ao ciclo hidrológico, como Seraphim (2018) nos apresenta:

Essas abordagens adotam uma visão holística e têm como objetivo integrar o uso e ocupação da terra ao manejo da água, fornecendo uma gama de soluções para reduzir o impacto do volume, frequência e qualidade da drenagem de águas pluviais, por meio de medidas de preservação do sistema natural de drenagem existente, simulação do sistema natural de infiltração nas áreas antropizadas e proteção do solo durante processos de urbanização. (SERAPHIM, 2018, p. 68).

II. Imagens aerofotogramétricas da Regional Vila Acre

a) Área de muito alta densidade construtiva



b) Área de pastagem





c) Área de ocupação ilegal abandonada



d) Área de canal de drenagem antropizada



Portanto, há nessa direção notoriamente, em ambas as localidades, problemas relacionados à infiltração da água no solo e à veiculação de efluentes em direção ao subsolo. A atenção a estes aspectos é fundamental para o equilíbrio dos aquíferos. Ademais, os interesses político-administrativos da gestão da prefeitura de Rio Branco, ao promover como Área de Especial Interesse Habitacional toda a região aqui apresentada como grande potencial ecológico, se sobrepõe às demandas ecossistêmicas naturais e, ainda, da própria cidade.

Agindo deste modo, em descumprimento com o Art. 6º da Resolução nº 15 o qual versa sobre a gestão integrada dos aquíferos no território, bem como a elaboração do Plano de Recursos Hídricos Estadual e com a Resolução nº 22, Art. 5º, no qual estão dispostas as diretrizes dos PERH's. Segundo o Art. 9º da lei estadual nº 1.500, de 15 de julho de 2003, o PRH do estado do Acre deverá ser elaborado, preferencialmente, em regime quadrienal; o que não ocorre, visto que o último foi realizado em 2012. Então, temos com isso uma defasagem dos mecanismos legais de gestão e proteção dos recursos hídricos estaduais.

Por fim, de acordo com a realidade encontrada no estudo e, considerando que as características litológicas do aquífero Rio Branco possibilitam a entrada e saída de fluxos (semi-confinado) - como contaminantes de origem da atividade antrópica -, além do seu grau de vulnerabilidade de contaminação se apresentar de alta a extrema, a pesquisa propõe que se adote rapidamente três categorias de medidas, consideradas de simples viabilização e de primordial importância para com o propósito da sua preservação:

1) medidas educativas efetivas de conscientização direcionadas às comunidades coexistentes ao recurso acerca da sua existência, importância e preservação, podendo serem viabilizadas por iniciativa conjunta ou isolada de diferentes atores sociais, como o Poder



Público, Organizações Não-Governamentais (ONG's), Iniciativa Privada, o âmbito acadêmico, etc.;

2) medidas de planejamento, pelo poder público, ou de contra planejamento do espaço urbano nas regionais dispostas sobre o aquífero, o qual esteja em consonância com os preceitos ecológicos - ambientais e sociais - previstos na legislação dos recursos hídricos subterrâneos;

3) medidas de fomento à pesquisa, ensino e extensão relativo às problemáticas envolvidas na gestão dos recursos hídricos, com o objetivo de prevenir possíveis impactos e mitigar os efeitos danosos ao aquífero.

Palavras-chave: Uso e Ocupação do Solo; Aquífero Rio Branco; Gestão dos Recursos Hídricos; Espaço Urbano.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Resolução nº 15 (2001), Conselho Nacional de Recursos Hídricos, Art. 6.
Disponível em: <https://www.diariodasleis.com.br/busca/exibelink.php?numlink=1-173-34-2001-01-11-15>. Acesso em: 28 de maio de 2021.

BRASIL, Resolução nº 22 (2002), Conselho Nacional de Recursos Hídricos, Art. 5.
Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/planos-de-recursos-hidricos/67-resolucao-n-22-de-24-de-maio-de-2002/file>. Acesso em: 28 de maio de 2021.

BECKER, Bertha K. Geopolítica da Amazônia. **Estud. Av. [online]**. 2005, vol.19, n.- 53, pp. 71-86.

SOLDERA, C. B. & de OLIVEIRA, E. (2017). Água sustentável (as): um novo método para a governança da água. **Águas Subterrâneas**, 31(2), 30–43.

CHAMBEL, A. Água, ambiente e sociedade. In: Oliveira, M. & Santos, O. **Atas XX Jornadas sobre Ambiente e Desenvolvimento – Ambiente e Saúde**. Leiria: Oikos, 2016. p. 39-56.

FRANCO, A. O; ARCOS, F. O. Vulnerabilidade natural de aquíferos e a potencial contaminação dos recursos hídricos subterrâneos no Estado do Acre. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 34, n. 1, 2020.

FRANCO, A. O; ARCOS, F. O; PEREIRA, J. S. Uso do solo e a qualidade da água subterrânea: estudo de caso do aquífero Rio Branco, Acre, Brasil. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 32, n. 3, 2018.

FOSTER, Stephen SD; HIRATA, Ricardo César; ROCHA, Gerônimo Albuquerque. Riscos de poluição de águas subterrâneas: uma proposta metodológica de avaliação regional. **Águas Subterrâneas**, 1988.



JARDIM, A. **Agência Nacional das Águas reconhece Aquífero Rio Branco**. Notícias do Acre, 2013. Disponível em: <https://agencia.ac.gov.br/agencia-nacional-das-aguas-reconhece-aquifero-rio-branco/>. Acesso em: 03 de junho de 2021.

LIMA, Cristina de Araújo; MENDONÇA, FRANCISCO. **Planejamento urbano-regional e crise ambiental: Região Metropolitana de Curitiba**. São Paulo em perspectiva, v. 15, p. 135-143, 2001.

MELO JUNIOR, H. R. & MARMOS, J. L. **Avaliação hidrogeológica do município de Rio Branco (AC)**. Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Prefeitura Municipal de Rio Branco. Relatório Final. 50p. 2006.

OSÓRIO, Quelen da Silva et al. **Vulnerabilidade natural de aquíferos e potencial de poluição das águas subterrâneas**. 2004.

PIMENTEL, R. M. C. **Moradias e Segurança Pública: O Estudo de Caso do Conjunto Habitacional Cidade Do Povo – AC**. Dissertação (Mestrado em Direito) - Faculdade de Direito. Brasília, p. 96. 2017.

Plano de Recursos Hídricos do Estado do Acre. Lei Estadual nº 1.500, de 15 de julho de 2003.

Plano Diretor da Cidade. Lei Municipal nº 2.222 de 26 de dezembro de 2016.

SERAPHIM, A. P. A. C. C. **Relações entre as áreas de recarga dos aquíferos e áreas destinadas a urbanização: estudo dos padrões de ocupação do solo da unidade hidrográfica do Paranoá – DF**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Brasília, p. 207. 2018.