ANÁLISE DO USO E DA COBERTURA DA TERRA DA BACIA DO TARUMÃ-AÇU: UM OLHAR PARA A SUSTENTABILIDADE

Mônica Alves de Vasconcelos[1]
Maria Antônia Falcão de Oliveira[2]
José Cavalcante Lacerda Junior[3]
Suzy Cristina Pedroza da Silva[4]

Resumo: A conversão da floresta em outros tipos de uso da terra vem ocorrendo nos últimos anos de forma desordenada na cidade de Manaus. Neste contexto, este estudo teve como objetivo descrever as relações existentes entre as atividades socioeconômicas e o uso da terra, que vem ocorrendo na Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu. A metodologia abordada envolveu métodos qualitativos e o uso das ferramentas de geoprocessamento, a partir da classificação supervisionada de uma imagem do Landsat 8, no ano de 2016. A partir da análise dos resultados verificou-se que a maior classe observada foi a floresta ombrófila, 69% da área. A segunda maior classe foi a agricultura e solo exposto (14,7%) estando bem distribuída na bacia. Os menores valores de percentual ficaram com água (6,7%), floresta secundária (5,6%) e área urbana (4,5%). As transformações ocorridas nas últimas décadas indicam uma construção sócio histórica, que no decorrer de seu percurso aglutinou inúmeros elementos que corroboraram para os impactos do uso da terra dessa região. E se por um lado, observa-se uma prevalência de floresta ombrófila na bacia, por outro lado, os processos de urbanização desordenadas incitam preocupações para refletir ações sustentáveis. No entanto, o intenso incremento populacional da cidade agregado as crescentes demandas por habitações, emprego, educação, saúde e demais conjunturas socioambientais podem encontrar nas ferramentas geotecnológicas uma boa ressonância na busca de parâmetros de sustentabilidade.

Palavras-Chave: Expansão urbana, Manaus, Geotecnologias.

Abstract: The conversion of forest to other land use types has been occurring in recent years disorderly in the city of Manaus. In this context, this study aimed to describe the relationship between socio-economic activities and land use, which has taken place in the catchment area of the Tarumã-Açu. The methodology addressed involved qualitative methods and the use of geoprocessing tools, from the supervised classification of a Landsat 8 image, in the year 2016. From the analysis of the results it was found that the largest class was the Ombrophilous forest, 69% of the area. The second largest class was agriculture and exposed fields (14.7%) being well distributed in the basin. The lowest percentage stayed with water (6.7%), secondary forest (5.6%) and urban area

[1] Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia - PPGCASA. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: monica.engbio@gmail.com
[2] Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais – PPG-CIFA. Universidade Federal do Amazonas, Manaus - Amazonas, Brasil. E-mail: marian.florestal@gmail.com
[3] Doutor em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia - PPGCASA. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: psi.josecavalcante@gmail.com
[4] Doutora em Geociências Aplicadas pela Universidade de Brasília – UnB, Professora colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia – PPGCASA, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: suzyycris@gmail.com

(4.5%). The transformations that occurred in the last decades indicate a socio-historical construction, which in the course of its trajectory grouped countless elements that corroborated the impacts of land use in this region. And if on the one hand, there is a prevalence of Ombrophilous forest in the basin, on the other hand, the disorderly urbanization processes incite the concerns to reflect sustainable actions. However, the intense population increment of the city added the increasing demands for housing, employment, education, health and other socio-environmental conjunctures can find in geotechnological tools a good resonance in the search for parameters of the Sustainability.

Keywords: Urban sprawl, Manaus, Geotechnology.

INTRODUÇÃO

A determinação do uso e cobertura da terra é na atualidade constituído num importante instrumento e subsídio à orientação e tomada de decisão e são sintetizados por meio de mapas, que indicam a distribuição espacial da tipologia da ação antrópica que pode ser apresentada pelos seus padrões homogêneos característicos na superfície terrestre por meio do sensoriamento remoto (LEITE e ROSA, 2012).

Esses instrumentos constituem-se em mecanismos bastante adequados para promoverem o desenvolvimento sustentável do ponto de vista ambiental, e são imprescindíveis para o planejamento regional ou local do terreno (ARAÚJO FILHO *et al,* 2007) e monitoramento ambiental (VAEZA *et al*., 2010), pois orienta à ocupação da paisagem, respeitando sua capacidade de suporte e/ou sua estabilidade/vulnerabilidade (LEITE e ROSA, 2012).

Associado à conservação dos recursos naturais e suas implicações na sustentabilidade ambiental, várias áreas do conhecimento utilizam o geoprocessamento e os instrumentos de uso e cobertura da terra de maneira, inter e multidisciplinar (MORAN e OSTROM, 2009). Por um olhar para a sustentabilidade, baseiam-se nesse artigo de cunho das ciências ambientais, os argumentos empregados por Veiga (2014) no qual o autor expressa que a sustentabilidade é uma visão de mundo dinâmica, na qual transformação e adaptação são inevitáveis, mas dependem de elevada consciência, sóbria precaução e muita responsabilidade diante dos riscos e, principalmente, das incertezas.

Nesse contexto, a sustentabilidade ambiental é destacada neste estudo, no processo de urbanização perpetuado nas últimas décadas no Brasil que ocorreu de forma desordenada, gerando problemas na qualidade de vida, degradação progressiva nas áreas

no entorno de mananciais por meio da ocupação destes ambientes (BRAGA *et al*., 2012).

As projeções das Nações Unidas (2013) apontam que, no ano de 2050, 66% da população mundial habitarão áreas urbanas, gerando uma pressão sem precedentes na capacidade de suporte ambiental das grandes cidades pelo aumento no fluxo de recursos e a decorrente fragmentação na coexistência dos seus sistemas naturais e sociais. Entre as externalidades negativas associadas aos processos de apropriação e expansão acelerada das grandes metrópoles, incluem-se a supressão da sua cobertura vegetal e a decorrente diminuição de áreas verdes diminuindo assim a qualidade ambiental urbana.

Igualmente esse processo de urbanização desordenada vem ocorrendo na região amazônica, decorrentes de mudanças da sociedade e da economia (CASTRO, 2005). A ocupação da Amazônia teve um importante marco nos anos de 60 e 70 com programas de colonização e construção de estradas para a fixação de um modelo de desenvolvimento orientado para o crescimento econômico. As transformações ocasionadas por este processo são descritas da seguinte forma por Becker (2005, p. 70):

> Uma grande modificação estrutural ocorreu no povoamento regional que se localizou ao longo das rodovias e não mais ao longo da rede fluvial, como no passado, e no crescimento demográfico, sobretudo urbano. Processou-se na região uma penosa mobilidade espacial, com forte migração e contínua expropriação da terra e, assim, ligada a um processo de urbanização. Em vista disso, a Amazônia teve a maior taxa de crescimento urbano no país nas últimas décadas.

De acordo com Pietro (2006) a cidade é, notadamente, um espaço marcado por tensões e conflitos que retratam as desigualdades sociais e os problemas urbanos, ou seja, é um objeto e ativo das relações sociais. A compreensão do processo de ocupação de urbanização e a problemática do desenvolvimento econômico regional de Manaus implicam numa reflexão sobre a expansão urbana e os conflitos ambientais, sendo historicamente permeados pelas contradições que os avanços econômicos engendraram (JESUS; AGUIAR, 2011).

Diante desse cenário, a cidade de Manaus, no Amazonas encontra-se imersa em problemas de ocupação desordenada e conversão de floresta em outros tipos de uso da terra, pois é uma cidade entremeada por quatro importantes sub-bacias, contribuintes da bacia hidrográfica do Rio Negro, são elas, São Raimundo, Educandos, Puraquequara e Tarumã.

O perímetro urbano de Manaus apresenta uma área de 79.469,94 hectares e possui mais de 23.745,45 hectares de áreas protegidas, onde estão inclusas unidades de conservação federal, estadual e municipal. Desse total cerca de 11.4792,13 hectares de áreas protegidas encontram-se inseridos na Bacia do Tarumã (LINHARES, 2009).

Nesse estudo foi tratada especificamente a bacia do rio Tarumã-Açu que representa 12% da área do município (ROVERE; CRESPO, 2002), por possui poucos trabalhos que retratam essa região (PINTO; CARVALHO, 2007; NASCIMENTO, 2009; LINHARES, 2009; ALBUQUERQUE, 2012; VASCONCELOS *et al.,* 2015).

Esta região ainda apresenta fragmentos florestais descontínuos, muitos deles de mata ciliar, razoavelmente isolado uns dos outros, mas em condições de preservação que ainda permitem a sua recuperação (NASCIMENTO, 2009) e vem sendo ameaçada por um processo rápido de urbanização de forma desordenada, próximo à zona urbana da cidade de Manaus, na qual as modificações da paisagem estão diretamente relacionadas com forte tendência de ocupação humana e de expansão de suas atividades (PINTO; CARVALHO, 2007)

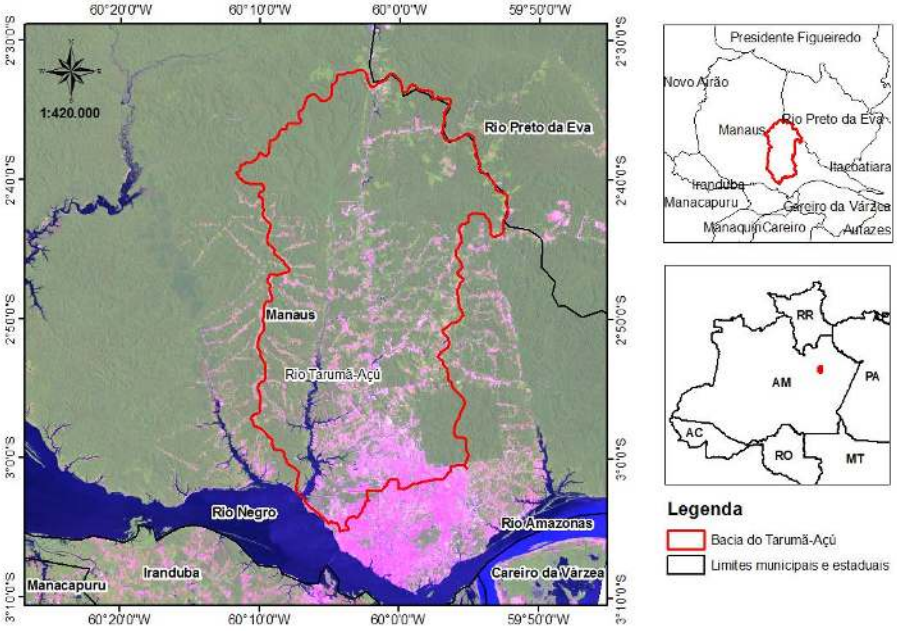
Esta pesquisa teve como objetivo descrever as relações existentes entre as atividades socioeconômicas que vem ocorrendo na Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu, por meio de uma análise espacial de uso e cobertura da terra, uma vez que esses impactos ambientais têm relevância no contexto socioambiental da cidade de Manaus.

MATERIAL E MÉTODO

Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu está localizada na zona oeste de Manaus e abrange o rio Tarumã-Açu e seus afluentes. Possui uma área total aproximada de 134.000 hectares que corresponde cerca de 12% do território do município (Figura 1).

Figura 1: Localização da área de estudo: bacia hidrográfica do Tarumã-Açu.



Fonte: Autores, 2018.

A Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu é caracterizada como tropical úmido, com temperatura média de 26ºC e amplitude térmica entre o mês mais quente e o mês mais frio não ultrapassa 5ºC (COSTA, 2001). Com precipitação média anual de 2.000 mm, por mês e a umidade relativa do ar de 80% (INMET, 1997).

Essa região é compreendida por uma porção de superfície aparentemente plana, onde predomina o tipo de solo latossolo amarelo, outras que estão em declive que ocorre a formação de Podzol vermelho amarelo e outra porção que se encontra nas margens dos igarapés que possuem solo do tipo hidromérficos (COSTA, 2001).

A vegetação predominante na Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu é do tipo floresta Ombrófila Densa, conforme o sistema de classificação do IBGE (2013), este tipo de floresta é denominado como sendo floresta de terra firme, terminologia regional (BRAGA, 1979) e se caracteriza pela sua exuberância, com predomínio de árvores de grande porte.

Procedimentos Metodológicos

A metodologia abordada envolveu métodos qualitativos e o uso de geoprocessamento. O procedimento metodológico adotado neste estudo, consistiu na aquisição de uma imagem do satélite Landsat 8, sensor OLI, correspondendo a data de

09 de agosto de 2016 e órbita/ponto 231/062, obtida no site *Earth Explorer* <earthexplorer.usgs.gov>.

O processamento digital de imagens foi realizado a partir da composição de bandas no espaço RGB, por meio dos canais 6, 5 e 4, respectivamente e realizado o recorte da cena utilizando como máscara o vetor do limite da Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu. Posteriormente foi aplicada técnica de classificação automática de imagens utilizando o software ENVI, versão 5.0 (Licença utilizada pelo Laboratório de Geoprocessamento da Faculdade de Ciências Agrárias). As classes de cobertura da terra definidas e identificadas por meio de visita de campo para este trabalho foram: Água (A), Área Urbana (AU), Floresta Ombrófila (FO), Floresta Secundária (FS) e Agricultura e/ou Solo Exposto (SE).

Foram obtidas amostras de treinamento e teste para cada classe estudada. Para cada amostra identificada foram desenhados polígonos sendo utilizado como base a imagem de satélite Landsat/OLI e pontos de GPS observados em campo. Para se obter o mesmo tamanho de amostra para cada classe, foi realizado um sorteio aleatório na qual foram obtidos 1000 pontos por classe que correspondem a pixels na imagem.

Os pontos selecionados para treinamento do algoritmo foram utilizados no processo de classificação da imagem e os pontos selecionados para teste foram utilizados no processo de validação da classificação. O algoritmo de classificação utilizado nessa abordagem foi o classificador supervisionado de Máxima Verossimilhança (MaxVer).

Em pesquisa realizada por Vale et al., (2017), o classificador Máxima Verossimilhança em imagens do satélite Landsat 8, sensor OLI obteve maior exatidão quando comparada a outros classificadores supervisionados de imagens de satélite. Além disso, conforme afirmado por Müller et al., (1999), o método de Máxima Verossimilhança tem obtido bons resultados na discriminação de falsa-cor.

Com a finalidade de eliminar pixels isolados na classificação, foi aplicado um filtro tamanho de janela 3x3. Sequencialmente foi calculada a matriz de confusão e avaliado o desempenho do classificador de MaxVer por meio do índice de concordância *Kappa* (CONGALTON e GREEN, 1999, p. 105). Segundo Landis e Koch (1977), a avaliação a partir do coeficiente de *Kappa* pode ser realizada com base nos valores apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Conceitos do Coeficiente de concordância *Kappa*.

Coeficiente *Kappa*	Exatidão
< 0	Péssima
0 – 0,2	Ruim
0,21 – 0,4	Razoável
0,41 – 0,6	Moderada/Boa
0,61 – 0,8	Muito boa
0,81 – 1,0	Excelente

Fonte: Autores, 2018.

Por fim foi gerado o mapa de uso e cobertura da terra e a análise de percentual de cobertura todas as classes definidas para a Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu. O sistema de coordenadas geográficas utilizado foi de Latitude e Longitude em graus, minutos e segundos e o Datum Sirgas 2000.

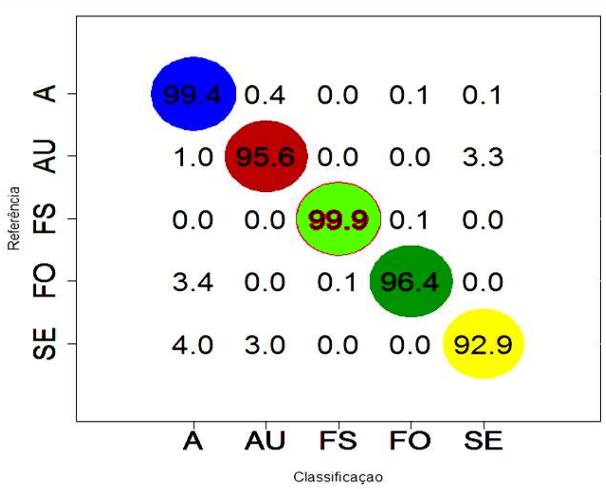
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Matriz de confusão entre as classes

No processo de classificação de imagens, foram analisadas 5 classes de cobertura da terra: Água (A), Área Urbana (AU), Floresta Ombrófila (FO), Floresta Secundária (FS) e Agricultura e/ou Solo Exposto (SE).

Na figura 2 é apresentada a matriz de confusão entre as classes de uso e cobertura do solo da bacia. A classe com menor confusão observada foi a classe floresta secundária com 99,9% de acerto, seguida da água (99,4%) e floresta primária com 96,4%.

Figura 2: Matriz de confusão das classes. Adaptado de Pereira et al, 2013. A – água; AU – área urbana; FS – floresta secundária; FO – floresta ombrófila; SE – agricultura e solo exposto.



Fonte: Autores, 2018.

A classe com maior confusão entre as demais foi agricultura e solo exposto com 92,9% de acerto, apresentando 4% de confusão com a água e 3% com área urbana. A classe floresta ombrófila também apresentou confusão de 3,4% com a água. A justificativa da confusão entre água e vegetação é comum, pois a umidade influencia na resposta espectral de alvos. A confusão entre a classe agricultura e solo exposto com a área urbana ocorre devido à similaridade da resposta espectral (alto reflexo) semelhante no caso do solo exposto e da área urbana.

Para Souza (2011) devido a Amazônia se tratar de uma região de grande umidade a utilização de sensores óticos, como é o caso do Landsat 8 que só operam durante o dia, a presença de nuvens pode influenciar na coleta de dados, bem como na classificação de imagens.

Por outro lado, de acordo com GOWARD et al. (2001), as imagens do satélite Landsat, por possuir resolução espacial de 30 metros e cobertura em algumas faixas espectrais (visível e infravermelho) constitui-se como produtos mais adequados para o desenvolvimento de sistemas de classificação, que podem ser representados até a escala de 1:100.000, pois permite mapeamento regionais e uma confiável separabilidade das classes de uso e cobertura da terra.

Neste estudo, o coeficiente de *Kappa* foi de 0,94 e a acurácia da classificação global foi de 96,26%, considerando-se os mapas gerados como resultados excelentes para esse tipo de trabalho.

Corroborando com Araújo Filho *et al,* (2007), o uso de imagens de satélite é favorecido pelo conhecimento razoável que os usuários possuem sobre sensoriamento remoto e pelas múltiplas aplicações que essas imagens têm tido em todo o território nacional e principalmente na Amazônia, devido a sua extensão territorial e locais de difícil acesso.

Mapa de uso e cobertura do solo da bacia

No mapa de uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu é possível observar a classe representada em vermelho, pela agricultura e/ou solo exposto, apresentando maior área na parte sul da bacia junto com a classe área urbana representada em amarelo.

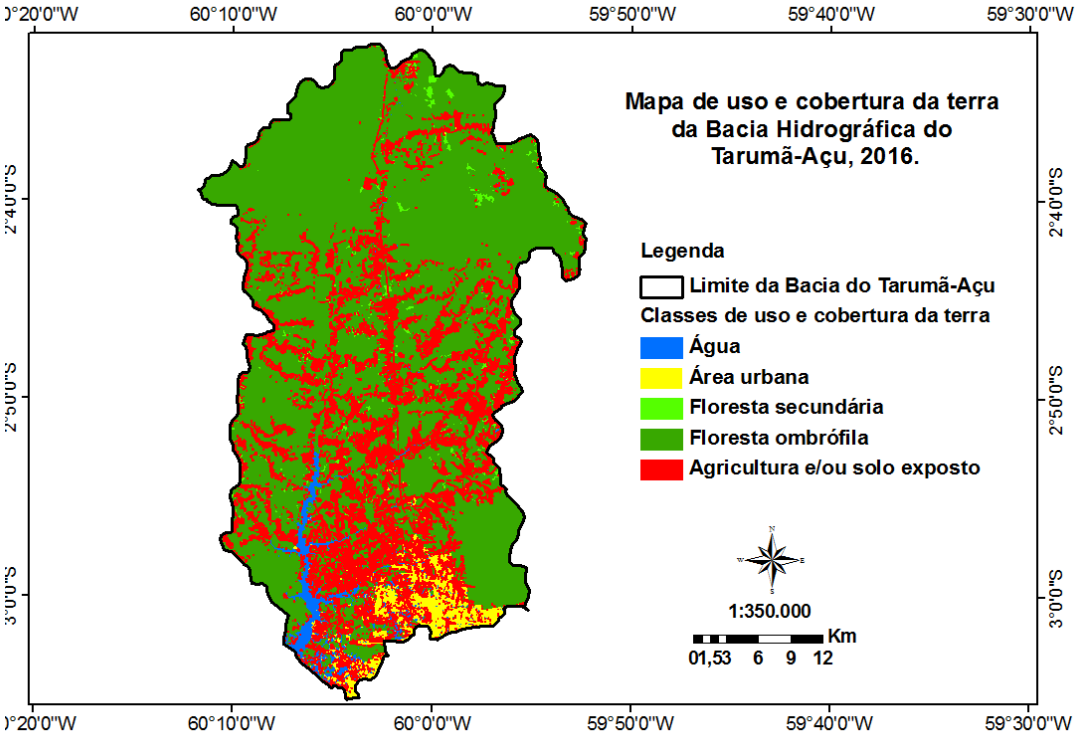
Dentro da classe área urbana também está localizado o aeroporto Eduardo Gomes, alguns prédios do Governo do Estado e diversos condomínios residenciais de classe alta. De acordo com Nascimento (2009) a partir de informações cedidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS/Manaus) naquela região existiam 48 loteamentos variando entre pequeno, médio e grande porte.

Dos 14 bairros que fazem parte da bacia do Tarumã-Açu, sete estão localizados dentro do limite da Bacia e a população total, nesses bairros, soma 364.521 habitantes nos bairros (IBGE, 2010).

As transformações ocorridas passam por um processo de reorganização que incide diretamente no contexto ambiental, principalmente, na maneira de como a população vai ocupando e convivendo com esses espaços.

A partir dos resultados analisados, os dados corroboraram-se com as afirmações de Souza e Pinheiro (2010), que a cidade está crescendo para aquela zona do município, onde instalações de novas propriedades rurais, condomínios e áreas de recreação e lazer que são utilizadas para o fim de semana. O mapa de uso e cobertura da terra da Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu para o ano de 2016 foi gerado para uma melhor visualização das classes e distribuição espacial das mesmas, como observado da Figura 3.

Figura 3: Mapa de uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu em 2016

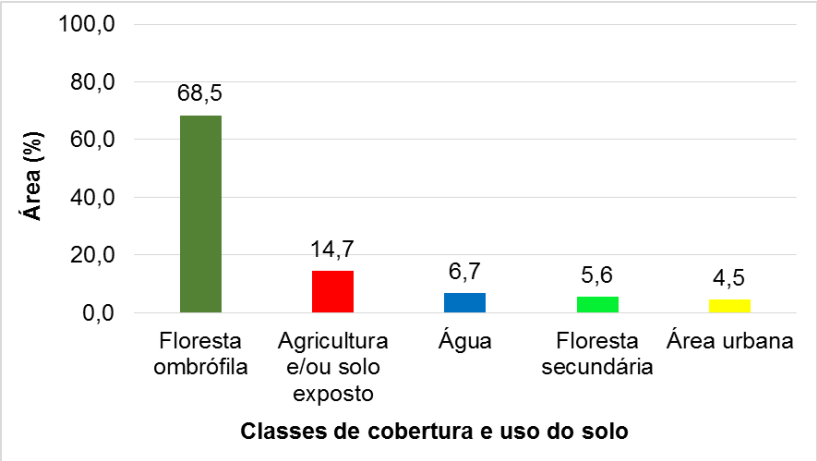


Fonte: Autores, 2018.

Análise das classes de uso e cobertura do solo da bacia do Tarumã-Açú

A maior classe de cobertura da terra na Bacia em 2016 é a floresta ombrófila, representando aproximadamente 69% da área, seguida da classe de agricultura e solo exposto (14,7%) e as menores percentagens de classes de cobertura foram para água (6,7%), floresta secundária (5,6%) e área urbana (4,5%) (Figura 4). Quanto à classe agricultura e solo exposto verificou-se por meio da interpretação visual que esta apresenta fragmentos com características geométricas, assemelhando-se aos plantios agrícolas e estão bem distribuídas ao longo da bacia.

Figura 4: Gráfico das classes de cobertura da terra da bacia do Tarumã-Açu em 2016.



Fonte: Autores, 2018.

Para Browder e Godfrey (2006) embora ainda persista no imaginário popular a imagem de um ambiente rural e de densa floresta, a Amazônia tem passado por um crescente processo de urbanização. Nota-se que nas últimas décadas, que o fluxo migratório da população do interior amazonense para Manaus continua ocorrendo com intensidade (BENTES, 2005).

É notório, que Manaus vem se configurando como um dos grandes centros urbanos do Brasil, concentrando um expressivo contingente populacional. Dois elementos históricos que sustentam tal perspectiva: a atividade econômica da borracha, vivenciada em ciclos e produtora de uma "época áurea" e o Projeto Zona Franca (SOUZA, 2003), criada no período da ditadura militar para viabilizar o desenvolvimento da Amazônia Ocidental.

É inegável o fato de Manaus ter crescido tanto econômica quanto demograficamente (BENTES, 2005). No entanto, não se pode deixar de mencionar que novos problemas surgiram, como as invasões, queimadas urbanas e outros foram reconfigurados, como a ocupação das margens dos igarapés.

Diante do exposto, observa-se a necessidade imperativa, de pensar e construir ações que levem em consideração as atividades socioeconômicas e seus impactos ambientais. Tal enredo permite compreender que os dados supracitados neste estudo sejam vislumbrados, não simplesmente como imagens de uma realidade, mas que tragam uma expectativa a fim de contemplar os parâmetros da sustentabilidade versada por Veiga (2012).

As transformações na paisagem ocorridas nas últimas décadas trazem em seu bojo uma construção sócio-histórica, que no decorrer de seu percurso aglutinou

inúmeros elementos que corroboraram para os impactos do uso da terra dessa região. Se por um lado, observa-se uma prevalência de floresta ombrófila na Bacia. Por outro lado, os processos de urbanização desorganizadas incitam preocupações para refletir ações sustentáveis.

Com efeito, a possibilidade de um estudo deve tencionar modos alternativos de pensar, abrindo-se a modos e maneiras de diferentes de conceber e produzir práticas sustentáveis, transfigurada numa realidade polifônica que harmoniza as diferentes nuances que atravessam a Sustentabilidade. Entre as possibilidades, encontramos a compreensão holística apresentada por Capra (2006), que reconhece o ambiente como um elemento fundamental para uma vida humana viável, sustentável e sistêmica.

> Hoje, está ficando cada vez mais evidente que a excessiva ênfase no método científico e no pensamento racional, analítico, levou a atitudes profundamente antiecológicas. Na verdade, a compreensão dos ecossistemas é dificultada pela própria natureza da mente racional. O pensamento racional é linear, ao passo que a consciência ecológica decorre de uma intuição de sistemas não-lineares (CAPRA, 2006, p. 38).

Por fim, pensar as dinâmicas socioambientais mediante um sistema orgânico e complexo, demanda a necessidade de compreender a sustentabilidade como um fazer que se sobreponha ao utilitarismo e ao pragmatismo impregnado na mentalidade dita "moderna". Em outras palavras, uma concepção que convoque a compreensão do ser humano, como o ponto singular na complexa teia orgânica que articula um cuidado para com a mesma.

CONCLUSÃO

A utilização de ferramentas de geotecnologias e uso de imagens de satélite com o emprego de mapas de uso e cobertura da terra é sem dúvida uma ferramenta de planejamento ambiental que facilita de maneira rápida e confiável informações para os tomadores de decisão do poder público.

Nesse contexto, observa-se que o intenso incremento populacional da cidade agregada as crescentes demandas por habitações, emprego, educação, saúde e demais conjunturas socioambientais podem encontrar uma boa ressonância nas ferramentas geotecnológicas para buscar parâmetros de sustentabilidade.

Sendo assim, a relação existente entre ser humano e ambiente pode ser entendida mediante nossa atuação reflexiva-prática, onde se deve buscar uma compreensão recíproca e complementar, seja com o ambiente natural ou construído, para que o processo de interação vislumbre a sustentabilidade.

Assim, diante dessas perspectivas, urge a necessidade de produzir estudos e ações que demonstrem, claramente, não somente a vulnerabilidade do ser humano, mas uma reorganização de sua relação com o ambiente.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Amazonas (UFAM), ao Centro de Ciências do Ambiente (CCA) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia (PPGCASA) pela oportunidade de desenvolver pesquisa na Amazônia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A. D. C. (2012). Bacia hidrográfica: unidade de planejamento ambiental. **Revista Geonorte**, Edição Especial, 4(4), 201-209.

ARAÚJO FILHO, M., MENESES, P. R., & SANO, E. E. (2007). Sistema de classificação de uso e cobertura da terra com base na análise de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Cartografia,** *59*(2).

BECKER, B. K. **Geopolítica na Amazônia. Estudos Avançados 19**, 2005.

BENTES, N. **Manaus: Realidade e contrastes sociais**. Manaus: Editora Valer; Caritas Arquidiocesa de Manaus, 2005.

BRAGA, K. A. A. F.; SILVA, F. F.; SCHAFFRATH, V. R. Microbacia do igarapé do gigante: unidade de planejamento para a gestão da bacia do Tarumã. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 103-129, jan./abr. 2012.

BRAGA, P.I.S. 1979. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica. **Supl. Acta Amazonica**, 9(4): 53- 80.

BROWDER, John O; GODFREY, Brian J. **Cidades da Floresta: urbanização, desenvolvimento e globalização na Amazônia Brasileir**a. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2006.

CAPRA, Fritjof. **Ponto de mutação**. São Paulo: Cutrix, 2006.

CASTRO, E. Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**, v. 8, n. 2, p. 5-39, dez. 2005.

CONGALTON, R.G., Green, K. G., 1999. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices.** New York: Boca Raton, FL, 137 p.

COSTA L. A., 2001. **Proposta de Zoneamento de Áreas Rurais utilizando Sistema de Informações Geográficas.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 158pp.

COSTA, J. A. L. da, 2011. **Avaliação de dados de radar do sensor SAR-R99B no mapeamento do uso e cobertura da terra na Amazônia Central, município de Manaus.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas.

GOWARD, S. N., MASEK, J. G., WILLIAMS, D. L., IRONS, J. R., & THOMPSON, R. J. (2001). The Landsat 7 mission: Terrestrial research and applications for the 21st century. **Remote Sensing of Environment**, *78*(1-2), 3-12.

IBGE. **Cidades.** Manaus In: Informações Amazonas. 2010. Disponível em: < http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=130260> Acesso em: março de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013. **Manual Técnico de uso da terra.** Manual Técnico em Geociências número 7. 3ª ed. Divisão de Geociências. Rio de Janeiro. 171 p. Disponível em: < http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf> Acesso em: fev. de 2017.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia, 1997 **Boletim Agrometerológico da região de Manaus**. MARA/INMET. Manaus, AM.

JESUS, E. L. DE; Aguiar, L. P. P. de. 2011. **Expansão urbana em Manaus e conflitos ambientais: o caso Tarumã na zona oeste da cidade**. In IX encontro nacional da ECOECO. Brasília - DF – Brasil. Disponível em: <http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/ix_en/GT6-157-184-20110620174149.pdf>. Acesso em: agosto de 2016.

LANDIS, J. R., KOCH, G. G., 1977. The measurements of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, Vol. 33, p. 159-174.

LEITE, E. F., & ROSA, R. (2012). Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins. *Observatorium:* **Revista Eletrônica de Geografia,** *4*(12), 90-106.

LINHARES, Jeú.(2009). **Utilização do Sig e Sensoriamento Remoto no Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Tarumã.** Dissertação. Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, do Centro de Ciências do Ambiente da Universidade Federal do Amazonas**,** 2009. 96p.

MORAN, E. F.; OSTROM, E. (Ed.) (2009). **Ecossistemas florestais: Interação homem-ambiente**. São Paulo, Edusp, 544p.

NASCIMENTO, W. H. S. do. **Impactos ambientais provocados pela implantação de loteamentos urbanos na área de proteção ambiental Tarumã/Ponta Negra no município Manaus-AM**. Manaus,/ Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, 2009. Disponível em: < http://www.ppgcasa.ufam.edu.br/pdf/dissertacoes/2009/Wanderleia%20Holanda.pdf> Acesso em: 02 março de 2017.

ONU. 2013. **Projeções para 2050**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-atingir-96-bilhoes-em-2050-diz-novo-relatorio-da-onu/> Acesso em: setembro de 2016.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL PARA A MUDANÇA CLIMÁTICA – IPCC. **Mudança do Clima 2014: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade**. Tradução de Iniciativa Verde, São Paulo: Iniciativa Verde e Instituto HSBC Solidariedade, 2015. Disponível em << http://www.iniciativaverde.org.br/biblioteca-nossas-publicacoes.php>>. Acessado no dia 25 de março de 2016.

PEREIRA, L. O.; FREITAS, C. C.; SANT'ANNA, S. J. S.; LU, D.; MORAN, E. F. Optical and radar data integration for land use and land cover mapping in the Brazilian Amazon. **Giscience & Remote Sensing**, v. 50, n. 3, p. 301-321, 2013. doi: <10.1080/15481603.2013.805589>

PIETRO, E. C. 2006. **O Estatuto da Cidade e o Meio Ambiente**. In: IV Congresso Brasileiro de Direito Urbanístico São Paulo, 05 a 09 de dezembro de 2006. Disponível em: http://www.ibdu.com.br/imagens/OEstatutodaCidadeeoMeioAmbiente.pdf Acesso em: agosto de 2016.

PINTO, W. H. A., & CARVALHO, A. D. S. (2007). Geoprocessamento aplicado a análise físicoterritorial da área do Tarumã–AM. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE**, 3003-3009.

ROVERE, A. L. N.; CRESPO, S. S. Projeto Geo-Cidade: Relatório urbano ambiental integrado. **Informe Geo-Manaus. Coord. Veloso, R. Consórcio parceria**, v. 21, 2002.

SOUZA, A. L., PINHEIRO, E. S., 2010. **O desflorestamento na APA do Rio Negro setor Tarumã-Açú / Tarumã-Mirim – AM (1988 - 2008).** In: I° Seminário Internacional de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. Anais... Manaus, AM, 15 - 18 de julho de 2010. Disponível em: <http://seminariodoambiente.ufam.edu.br/2010/anais/rn45.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2017

SOUZA, E. L. de**. Classificação semi-automatizada da cobertura da terra na Amazônia por meio de imagens multitemporais Alos/Palsar**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, 2011. 80p. il. Disponível em: http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9880/1/2011_EdivaldoLimaSouza.pdf Acesso em: 5 março, 2017.

SOUZA, M. **A Expressão Amazonense: do colonialismo ao neocolonialismo**. Manaus: Valer, 2003.

VAEZA, R. F. Filho, P. C. O. MAIA, A. G. DISPERATI, A. A. Uso e Ocupação do Solo em Bacia Hidrográfica Urbana a Partir de Imagens Orbitais de Alta Resolução. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 17, n. 1, p. 23-29, 2010.

VALE, J. R. B., DA COSTA, J. A., DOS SANTOS, J. F., DA SILVA, E. L. S., & FAVACHO, A. T. (2018). ANÁLISE COMPARATIVA DE MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA APLICADA AO MAPEAMENTO DA COBERTURA DO SOLO NO MUNICÍPIO DE MEDICILÂNDIA, PARÁ. **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, 4(13), 26-44.

VASCONCELOS, M. A., DA COSTA, L. A., & DE OLIVEIRA, M. A. F. Estudo da paisagem da Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açú, Manaus, Amazonas, utilizando imagens de radar. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil**, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

VEIGA, J. E. D. (2014). O âmago da sustentabilidade. **estudos avançados**, *28*(82), 7-23.

MÜLLER, S. I. M. G.; DALMOLIN, Q.; ARAKI, H. Comparação entre os métodos de máxima verossimilhança, distância mínima e o método de Fisher para reconhecimento de padrões em imagens coloridas. **Boletim de Ciências Geodésicas,** v. 4, n. 1, p. 3–13, 1999.