ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe

Estudo dos impactos ambientais em microbacia ocasionado pelas obras de construção do Conjunto João Paulo II na Zona Norte de Manaus – AM

José Roselito Carmelo da Silva¹, Charles Silva de Araújo², Ismael Gaspar de Souza³ e Maicon Sousa Fontes⁴

¹Geógrafo, Mestre em Geociências, professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM, Av. Sete de Setembro, 1957, Centro, Manaus, AM. E-mail: roselito.silva@ifam.edu.br (autor correspondente).

²Geógrafo, Analista de Geoprocessamento, SIG e Sensoriamento Remoto, Secretaria Municipal de Educação – SEMED, Av. Mário Ypiranga Monteiro, 2549, Parque 10 de Novembro. E-mail: charles.geoprocessamento@hotmail.com.

³Acadêmico do curso Tecnologia em Análises e Desenvolvimento de Sistemas do IFAM. E-mail: ismaelgasparnew@gmail.com. ⁴Acadêmico do curso Tecnologia em Análises e Desenvolvimento de Sistemas do IFAM. E-mail: maicon.fontes@gmail.com

Artigo recebido em 01/07/2016 e aceito em 05/01/2017

RESUMO

Devido à expansão urbana e pressão demográfica que vem ocorrendo atualmente na zona Norte da cidade de Manaus, são expressivos os impactos ambientais decorrentes da falta de planejamento e fiscalização ineficiente por parte do Poder Público. As microbacias urbanas são os locais mais vulneráveis porque a ocupação do solo tem ocorrido sobre as Áreas de Preservação Permanente – APP e sobre as planícies de inundações ou pelas obras de intervenções sobre os canais dos igarapés. Nessa zona geográfica, o governo do Estado por meio de políticas habitacionais, têm construído conjuntos de casas populares às camadas de baixa renda e, as obras de intervenções sobre as formas de relevo não tem demonstrado planejamento adequado, visto principalmente sobre as áreas de encostas, fundo de vales e pequenas bacias, que estão sendo impactadas com reflexos destrutivos diretos sobre os corpos hídricos. O objetivo desta pesquisa foi analisar os impactos ambientais em uma microbacia, provocado pela construção do Conjunto João Paulo II. Com base nos levantamentos de dados de campo, construção de mapas temáticos a partir de imagem de satélite, registro aerofotográficos produzidos por um sensor embarcado na plataforma de um Veículo Aéreo Não Tripulado - Vant (Quadróptero Phantom 2 V3.0) para obtenção de informações atuais em dois pontos e utilização do Sistema de Informações Geográficas – SIG, foi possível identificar os principais impactos ambientais na microbacia.

Palavras-chave: Igarapé, ocupação subnormal, assoreamento, alagação, erosão.

Study of environmental impacts in the watershed caused by the construction of João Paulo II neighborhood in the Northern Zone of Manaus - AM

ABSTRACT

Due to urban expansion and demographic pressure that is currently taking place in the northern of the city of Manaus, are significant environmental impacts of the lack of planning and inefficient supervision by the Government. Urban watersheds are the most vulnerable locations because land use has taken place on the Permanent Preservation Areas - PPA and on flood plains or the works of interventions on the channels of streams. In this geographical area, the state government through housing policies, has built housing blocks of affordable home to low-income groups and the works of interventions on the landforms has not shown proper planning, particularly seen on the areas of slopes, background valleys and small basins, which are being impacted with direct destructive effects on hydrous bodies. The objective of this research was to analyze the environmental impacts in a watershed, caused by the construction of John Paul II neighborhood. Based on field data surveys, construction of thematic maps from satellite imagery, air photograph record produced by a sensor embedded in the deck of an Unmanned Aerial Vehicle - UAV (Quadróptero Phantom V3.0 2) to obtain current information in two spots and use of Geographic Information System - GIS, it was possible to identify the main environmental impacts in the watershed.

Keywords: stream, subnormal occupation, silting, flood, erosion

Introdução

Enquanto segunda natureza, a cidade representa a maior transformação que o homem pode produzir sobre o espaço natural (primeira natureza) (Mendonça 2011), na medida em que se amplia o sítio urbano é necessário interferir no meio físico que recebe intensa transformação na paisagem. As construções de pontes, aterramentos dos corpos hídricos, retificação dos canais fluviais e retirada da vegetação ciliar, constituem-se em impactos que interferem no equilíbrio e dinâmica do ambiente natural e quando não planejados com técnicas adequadas podem ocasionar sérias perturbações com consequências danosas.

A expansão populacional sobre a cidade tem crescido num ritmo surpreendente, de acordo com Botelho e Silva (2004) a população urbana brasileira a partir de 1940 teve um significativo aumento saindo de 33% para atingir em 2000, em torno de 80%, conforme o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), os resultados mostraram que a população no Brasil é mais urbanizada que há 10 anos computando um patamar de 84%.

Em sua maioria esse crescimento foi acompanhado de ocupação de áreas sem a mínima infraestrutura com ausência de saneamento básico, refletindo-se direto na degradação socioambiental. A construção desses espaços na cidade projeta-se de forma desigual, assim assinala Carlos (2009) que o uso diferenciado da cidade demonstra que esse espaço se constrói e se reproduz de forma desigual e contraditória. A desigualdade espacial é produto da desigualdade social.

De acordo ainda com o IBGE, (2007) um dos principais problemas na cidade é a ocupação subnormal, presente nas cidades brasileiras e em diversos países de economia subdesenvolvida, evidenciando a falta de planejamento urbano e inoperância no setor habitacional. As cidades de maneira geral têm sofrido em todo o mundo reformulações de toda ordem. Uma delas é a expansão do perímetro urbano que se dá em ritmos distintos em diferentes países.

As cidades têm sido foco importante de avaliação ambiental quanto suas potencialidades de uso do solo, assim como, sua vulnerabilidade a partir da transformação da paisagem decorrente da ação antrópica e as medidas para reduzir os efeitos negativos na topografia, devem ser reparadas. Torres e Machado (2012), assinalam que a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e intervenção passam a ser adotadas como um dos principais recortes territoriais para efetivação da gestão ambiental.

O mau uso do solo urbano tem acelerado

os processos erosivos nas microbacias, com constantes movimentos de massa para os canais dos igarapés com consequente assoreamento do leito e aumento das enchentes nas planícies de inundação, e quando densamente habitado tem acarretado prejuízos materiais ou situações trágicas com perdas de vida humana.

Com a implantação da Zona Franca a partir da segunda metade da década de 1960 tornou Manaus um enclave industrial localizado em pleno centro da Amazônia Ocidental, esta recebeu forte impacto sobre a estrutura organizacional do seu espaço. A esse respeito, Gonçalves (2012) afirma que nos últimos anos, particularmente a partir dos anos 1960, com a abertura da Rodovia Bernardo Sayão, a Belém-Brasília, e da criação da Superintendência da Zona Franca de Manaus, a Amazônia vem passando por intenso processo de transformação na organização do seu espaço geográfico. Toda a política a partir de então posta em prática estava embebida nesse imaginário.

A concentração urbana pela população que se sentia atraída em busca de melhoria de vida e emprego no polo industrial e no comércio de produtos eletroeletrônico ocorreu de forma acentuada, o deslocamento campo/cidade e também de outros estados aconteceu em sua maioria sem planejamento criando um descompasso e gerando conflitos institucionais na ocupação do solo urbano (Silva, 2005).

Quanto ao sítio urbano da cidade de Manaus, tem-se observado que não só a ocupação subnormal, mas também os conjuntos residenciais “planejados” de casas populares têm agredido consideravelmente o meio ambiente, causando impactos ambientais de grandes proporções, como inundações, deslizamentos, intensos processos erosivos com grande carga de sedimentos para o canal de drenagem dos cursos d’água, o que ocasiona o assoreamento dos seus leitos e compromete a vida aquática pelo aumento acelerado da turbidez e redução da luminosidade.

Atualmente, quando se analisa o espaço da cidade de Manaus com as observações focadas a partir da zona Sul, constata-se que esta não se expande mais, porque se encontra limitada pelas águas do rio Negro e do rio Amazonas, assim como o rio Puraquequara é o limite pela parte Leste e o igarapé do Tarumã-Açu é o limite pela parte Oeste impedindo naturalmente o crescimento espacial. A zona Norte, portanto, constitui-se na mais nova frente de expansão urbana e pressão demográfica, concentrando problemas socioambientais que ocorreram no centro histórico da capital e bairros mais antigos. Atribui-se ainda a esse cenário dois pontos fundamentais de convergência que devem ser considerados como facilitadores para o avanço

dessa frente de ocupação, são as rodovias Estadual AM-010 e a rodovia Federal BR-174.

Nessa área do espaço urbano vem ocorrendo à consolidação de sucessivas ocupações subnormal conhecida popularmente como “invasões”, e construções de conjunto habitacionais de casas populares construídas pelo Governo do Estado do Amazonas, ambas as situações vem ocasionando grandes impactos ambientais sobre as pequenas bacias hidrográficas.

Os impactos iniciais começam com a retirada total da vegetação ciliar, seguidos de intensos processos erosivos das áreas de encostas, com elevado volume de sedimentos, assoreamento nos canais fluviais e alagação devido ao estrangulamento da seção transversal ocorrido pela construção de pontes que subdimensiona o canal, e este torna-se ineficiente na fluidez da massa líquida dos cursos d’água, de 1ª, 2ª e 3ª ordem que é uma classificação que reflete o grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia hidrográfica (Torres e Machado, 2012).

Em estudos sobre bacias hidrográficas urbanas no Brasil, Botelho e Silva (2011), explicam que a maioria dos municípios (83%) revelou a existência de pontos de estrangulamento, que implicam a diminuição das seções de vazão e, portanto, maiores riscos à ocorrência de inundações.

Esses fatores alteram a paisagem natural e quando não há plano de recuperação e procedimentos técnicos adequados, formam um conjunto de alterações que comprometem os processos funcionais do ecossistema hídrico.

Neste sentido, a pesquisa teve por finalidade analisar os impactos ambientais ocorridos pela ação ineficiente do planejamento urbano por parte do Poder Público, com as obras de intervenções integradas no Conjunto João Paulo II com reflexos diretos sobre dois cursos d’água.

Material e Métodos

Os impactos ambientais presentes nos canais da rede de drenagem da pequena bacia urbana, ocasionado pelas obras de construção do Conjunto João Paulo II, erguem-se como objeto dessa investigação realizado a partir dos mapas associados a um conjunto de constatações, coletas de dados em campo com equipamentos apropriados, estudos, reflexões e o Sistema de Informações Geográficas - SIG formam um escopo tecnológico importante, confirmando os argumentos de Dias et al. (2013) quando dizem que se torna fundamental o uso da tecnologia computacional moderna aplicada à Análise Ambiental.

Silva, J.R.C.da, Araújo, C.S.de, Souza, I.G.de, Fontes, M.S.

Dessa forma os procedimentos que compõem a estrutura deste estudo estão divididos em quatro momentos, aqui organizados didaticamente e integrados:

a) o primeiro momento consistiu no estudo bibliográfico, para produção do Estado da Arte, quando foram consultadas de forma sistemática as literaturas com temas pertinentes ao estudo que formaram a base teórica em fontes diversas como: livros técnicos científicos, revistas científicas especializadas, e-book em sites confiáveis e em instituições de pesquisa;

b) no segundo momento foi feito a caracterização geo-biofísica do recorte espacial dos cursos d’água selecionados e adjacências, para construção de mapas, focando os diversos elementos que compõe o sistema hidrográfico e das atividades humanas que impõem alterações na cobertura vegetal mediante ao uso e ocupação do solo;

c) no terceiro momento foi feito o levantamento de dados relevantes na literatura concomitantemente com trabalhos de campo para aquisição das informações, com apoio de sensores de GPS e GLONASS - MAP 76 e Oregon 650, uso de aerofotogrametria (fotos aéreas e ortofotos) articulado ao SIG para tratamentos dos dados coletados, montagem do acervo e banco de dados sobre os processos atuantes (tipos e nível de degradação). Dentre estes fatores do meio geo-biofísico considerados *a priori* como relevantes ao comportamento hidrológico, identificação dos agentes erosivos nas encostas e, portanto, regulador de descargas fluviais, pode-se destacar a geomorfologia e uso de fotos aéreas registradas por sensor embarcado em plataforma de Veículo Aéreo Não Tripulado - Vant (Drone Quadricóptero Phantom 2 V3.0) que permitiu de forma eficiente e atual do espaço geográfico captar imagens da área de encosta (APP) em dois pontos de intervenções sobre o curso d’água, e juntamente com ortofoto de banco de dados preexistentes do ano de 2010 foi possível comparar com as fotos aéreas registradas pelo Vant resultando na identificação das transformações ocorridas no local;

d) nessa última fase foi produzido um mapa com o recorte espacial correspondente as áreas do ponto P1 e P2, com imagens obtidas a partir de um sensor embarcado em Veículo Aéreo Não Tripulado, com base na integração de dados em ambiente SIG para análise final das relações entre uso e ocupação do solo em suas respectivas

interações com as obras de engenharia sobre os canais de drenagens do Conjunto João Paulo II.

Resultados e discussão

Com a objetividade de estudar os impactos ambientais em microbacia urbana, o estudo em tela foi realizado na zona Norte da cidade de Manaus no bairro Nova Cidade, especificamente no conjunto João Paulo II (Figura 1), construído pela ação do Governo do Estado do Amazonas que nos

últimos anos tem despendidos recursos focados em empreendimento habitacional de casas populares.

Segundo Silva (2010) a construção desse conjunto residencial ocasionou impactos negativos sobre os cursos d'água, que o torna incompatível com a legislação ambiental vigente do município, que exige progressivamente melhoria na forma de ocupação do solo com vista a qualidade socioambiental.

Figura 1. Recorte espacial da área geográfica de estudo na cidade de Manaus-AM.

As atenções atuais se voltam para gerar instrumentos técnico-científicos com vista a produzir conhecimentos necessários para a adoção de um planejamento territorial urbano que seja socialmente justo, ecologicamente sustentável e economicamente viável, com base na legislação ambiental vigente. Calhman (2008) sustenta que a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente - PNM, trata a questão ambiental de forma integrada, diferenciando-se de leis anteriores, na medida em que procura integrar as ações governamentais dentro de uma abordagem sistêmica, projetando-se na direção do desenvolvimento sustentável.

Mais tarde, de acordo ainda com a autora, a Constituição Federal de 1988, traz inovações históricas quanto ao trato da proteção e gestão dos recursos naturais. Entre essas inovações está registrado um capítulo inteiro disposto no artigo 225 que trata com exclusividade a questão ambiental. Conforme comenta Calhman (2008), ainda que a Constituição não se refira diretamente à bacia hidrográfica, mas de forma descentralizada e inovadora, delega competências aos estados na administração dos corpos hídricos, onde se inclui quaisquer correntes de águas, as águas superficiais e subterrâneas, rios e lagos.

Oliveira (2008) explica que os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988 tratam sobre

a política urbana e outorgam diretamente ao município a competência sobre o desenvolvimento urbano e ordenamento das plenas funções sociais da cidade. Isso significa que cabe ao município que é representante legal do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA gerenciar os recursos hídricos em todas as formas, principalmente quando da ocupação do solo urbano, de acordo com a realidade local.

Seguindo essa mesma linha de raciocínio Carneiro (2008), também concorda quando afirma que o papel do município, como ente federativo autônomo e, nesta qualidade, integrante do SISNAMA, é destacado, pois a este incumbe organizar-se de forma a assumir as competências inerentes à gestão ambiental das questões locais.

No entanto, o cenário que se configura na ocupação do espaço da cidade de Manaus tem-se evidenciado a ocorrência de eventos negativos impactantes no uso e ocupação do solo urbano, que de acordo com o local ocupado aumenta a ocorrência de áreas de riscos, pois estas áreas segundo Dias et al. (2013), atua em conjunto com os fatores naturais intrínsecos (solo, vegetação, geologia), integrados com sua geodinâmica e se caracterizam por acarretar sérios prejuízos econômicos às populações e muitas vezes degradação irreversível ao meio ambiente.

O limitado planejamento urbano e os conflitos de competências entre as esferas municipal e estadual e a desarticulação entre os instrumentos de gerenciamento dos recursos hídricos e os de planejamento do uso do solo, refletindo, talvez, uma certa deslegitimação do planejamento e da legislação urbanística (Carneiro, 2008), tem levado as cidades a um verdadeiro caos ambiental relacionado à contaminação e destruição dos mananciais em razão do inadequado saneamento básico, inundações pela crescente impermeabilização do solo, ruas passam a atuar como uma rede de canais complementares tornam ainda mais diversificada a modelação de uma cheia urbana (Brito, 2009).

Associa-se a esse conjunto de situações ausência de áreas verdes que possam absorver o excesso de água e sistemas de drenagens urbanos ineficientes, são fatores muito presente no sítio urbano da cidade de Manaus.

Em estudo realizado na bacia do rio Pilar/Calombé na Baixada Fluminense, Rezende (2010), constatou o nível de modificação antrópica no uso do solo sem que houvesse vestígio significativo de vegetação nativa na bacia, o que pode contribuir para as inundações. Zanella et al. (2013), caracterizam as bacias hidrográficas compostas por um sistema integrado e apesar de

peculiar, todos os seus elementos naturais estão intrinsecamente ligados à sociedade.

A supressão total da cobertura vegetal são episódios comuns no uso do solo urbano, constituindo-se em degradação permanente em microbacias, principalmente com a retirada da vegetação das áreas de encostas que protegem os mananciais. Torres e Machado (2012), comentam que independente de sua dimensão deve se ter um conhecimento bastante detalhado do sistema de drenagem que compõe uma bacia hidrográfica.

A vegetação protege diretamente o solo contra a ação erosiva da chuva e a tendência segundo Molinari (2010) é o escoamento superficial devido à dificuldade de infiltração de água, o que contribui para formar incisões erosivas.

A retirada total da vegetação natural para construção de conjuntos habitacionais no sítio urbano de Manaus são situações persistentes ao longo do tempo, visto atualmente nos conjuntos de casas populares construídas na zona Norte da cidade, com a retirada progressiva da vegetação da área de proteção permanente, avança sobre as encostas descumprindo o que determina a legislação ambiental vigente e por falta de fiscalização periódica dos órgãos competentes posterior à entrega das residências, os próprios moradores se apropriam indevidamente das estreitas faixas de vegetação ciliar remanescente e das planícies de inundação para construir casas ou pequenas áreas de comércio informal.

O crescimento urbano nesse espaço geográfico tem sido a causa intensa de transformações nos corpos hídricos, perdendo quase que por completo suas características naturais, por outro lado às obras de engenharias que muitas vezes não considera o dinamismo do conjunto da rede de drenagem, agrava mais os impactos já existentes, a esse respeito Vieira e Cunha (2010), explicam que as sucessivas obras de engenharia muitas vezes sem levar em consideração o conjunto da rede de drenagem, modificam as seções transversais e o perfil longitudinal alterando a eficiência do fluxo.

Devido ao dinamismo presente no sistema hidrográfico, seja em grandes ou pequenas bacias as modificações devem ser seguidas de adequado planejamento técnicos, porém as inúmeras intervenções malsucedidas que têm ocorridas nas seções transversais apresentam conforme cita Carneiro (2008) obstrução ou estrangulamento do escoamento em decorrência de estruturas de travessias implantadas sem a preocupação de não interferir no escoamento (pontes, tanto rodoviárias quanto ferroviárias, e tubulações de água), bem como de muros e edificações que obstruem as calhas dos rios.

Com as construções de pontes subdimensionadas que estrangulam a calha do rio, como pode ser visto em três pontos (P1, P2 e P3) da área pesquisada na microbacia do igarapé do Conjunto João Paulo II (Figura 2), não permite fluir com eficiência maior volume de água após uma intensa chuva e nas áreas urbanas as enchentes são

os principais problemas nos sistemas hídricos. Por ser um cenário do encontro de dois cursos d'água durante o período de chuvas intensas a montante do ponto P2 geralmente ocorre o confinamento de grande volume de água e consequentemente alagações.

Figura 2. Mapa topográfico em curvas de nível com identificação dos três pontos de intervenções no canal de drenagem.

Em estudo sobre essa questão Vieira e Cunha (2010), destacam que as enchentes urbanas vêm constituindo um dos mais importantes impactos sobre a sociedade e podem ser ocasionadas por uma série de fatores, como aumento da precipitação, vazão dos picos de cheia e estrangulamento das seções transversais do rio, causado pelas obras de canalização, assoreamento, aterro e lixo.

As enchentes são resultado do extravasamento da calha dos cursos d'água nas planícies de inundações, atingindo áreas adjacentes que geralmente devido à falta de planejamento urbano e pela falta de fiscalização ambiental eficiente são áreas ocupadas por famílias de baixa renda.

Em situação contrária se verifica que em países desenvolvidos o avanço das intervenções

nesse ecossistema tem abordagens positivas com reduzidos ou quase nulos impactos ambientais, a esse respeito corrobora Brito (2009), comentando que a infraestrutura disponível garante o funcionamento da drenagem conforme previsão de projeto, com a microdrenagem adequadamente dimensionada interagindo com a macrodrenagem de forma harmônica.

Explicitando numa visão hidrográfica a cidade de Manaus é entrecortada por inúmeros cursos d'água e na medida em que o sitio urbano avança em direção à zona Norte as microbacias são gradativamente degradadas por uma série de impactos ambientais irreversíveis seja pela frente de ocupações subnormais ou pelas construções de conjuntos habitacionais fomentados pelos governos municipal e estadual.

Diante desse quadro que vem se repetindo desde as ocupações mais antigas nas outras zonas geográficas, se faz necessária a convergência de ações interdisciplinares envolvendo as instituições de ensino superior e as esferas de governo no âmbito estadual e municipal para que se possam buscar soluções mitigadoras aos problemas presentes e que outras intervenções sobre pequenas bacias possam ser adequadas seguidas de normas técnicas compatíveis sobre o ambiente urbano, visto que com a crescente urbanização tem-se interferido não só sobre a dinâmica das águas, mas também a sua qualidade encontra-se comprometida.

Ao comentar sobre as obras de intervenções na canalização e retificação dos cursos d'água urbanos, Botelho e Silva (2004), afirmam que constituem intervenções antrópicas que afetam sobremaneira o sistema hidrológico. Quando se trata dos sistemas de drenagens para que ocorra maior fluidez, os autores afirmam ainda que os próprios sistemas de drenagem urbana, criados para conduzir as águas pluviais de modo a evitar danos ao meio ambiente e à sociedade, na forma de erosão, assoreamento e enchentes, muitas vezes, mostram-se ineficiente às necessidades atuais, ou por terem sido subdimensionados ou, mais comumente, por falta de investimento em serviços de melhorias e ampliação da rede, ou ainda por direcionamento inadequado das águas agravando ainda mais seus efeitos (Botelho e Silva, 2004).

Numa visão mais ampla, sem dúvida no Brasil as principais mudanças no uso e ocupação do solo pela desordenada atuação antrópica em especial nas áreas urbanas têm influenciado nas alterações da dinâmica fluvial, é importante entender que, quando se lida com a macrodrenagem de uma bacia hidrográfica, as decisões tomadas interferirão em um amplo sistema (Zamprônio, 2009).

A atuação do poder público quando da construção de obras sobre os cursos hídricos tem se mostrado ineficiente, por desconsiderar em muitos casos os fatores naturais que compõe o sistema hidrológico como: topografia, geologia, solo, clima e vegetação, acabam por desencadear o desequilíbrio nas bacias hidrográficas. Para Zamprônio (2009), os sistemas são conjuntos de dispositivos ou partes que formam uma estrutura maior e mais complexa, tendo cada uma dessas partes alguma influência ou importância na composição total do sistema.

Para Cunha (2009), a intervenção direta nos canais por meio de obras de engenharia como canalização, barramentos para controle de vazão e construção de pontes geram intensas degradações nas bacias urbanas. Segundo a autora as condições

naturais dos rios têm se modificado pela participação antrópica diretamente nos canais, por meio de obras de engenharia, como construção de barragens, pontes e diques, retificação dos leitos, alargamento e aprofundamento da calha. Obras de acentuado entalhe e aprofundamento dos leitos no sentido de reduzir a ocorrência de enchentes, são exemplos que alteram o nível de base local, geram retomada erosiva nas encostas e a consequente formação de ravinas e voçorocas (Cunha, 2009).

Com o desmatamento indevido da vegetação ciliar não controlado pelos órgãos competentes porque não fiscalizam e consequentemente não colocam em prática o que determina a legislação ambiental nas áreas urbanas essas degradações se avolumam.

O processo de urbanização sem as necessárias condições, acrescido de resíduos sólidos que gera a formação de bancos e ilhas, em que reduz a capacidade do canal e favorece as inundações, são outros exemplos que causam impactos considerados nos canais fluviais, são situações bem presentes na área de estudo. Quanto a isso Zamprônio (2009) evidencia que a mata ciliar tem importante função na gestão de recursos hídricos. Ela evita a erosão das margens, retém sedimentos e resíduos que afetem a qualidade da água e contribui para a manutenção do ecossistema e para a sobrevivência das espécies.

Muitos estudos apontam que atualmente a maior crise que se vive é urbana e apontam para uma perspectiva de que em 2020 mais da metade da população mundial estejam morando na cidade, conviver dessa forma é seguir em caminho inverso ao tão pretensioso desenvolvimento sustentável, principalmente com impactos severos sobre os sistemas hídricos.

Em função de suas características naturais e dinamismo presente, as bacias urbanas devem ser unidade de estudo interdisciplinar, unidade espacial de planejamento com técnicas e manejos adequados, principalmente nas situações atuais de grande pressão sobre o ambiente em função do crescimento populacional.

As ampliações do espaço da cidade de Manaus, exercido pela pressão populacional, configuraram-se em alterações negativas sobre o meio físico, devido à ocupação subnormal e as áreas com investimentos planejados. As mudanças ocorridas sem planejamento adequado acarretaram uma série de impactos ambientais no panorama da cidade, nitidamente evidenciado nos igarapés poluídos e contaminados por resíduos sólidos e efluentes químicos como o igarapé do Quarenta na zona Sul que recebe resíduos provenientes do Polo Industrial de Manaus - PIM, destruição total da cobertura vegetal, ocasionado pelo mau uso e

ocupação do solo e as poucas manchas de áreas verdes remanescentes torna-se lixeiras, vetores de doenças.

As margens dos pequenos cursos d'água, as vegetações ciliares e as planícies de inundação, que segundo Christopherson (2012) são área plana e de nível baixo que flanqueia muitos canais fluviais e que está sujeita a enchente recorrentes, foram sendo ocupadas pelas casas de madeira, desprotegendo o solo pela sua forma inadequada de construção e ausência de infraestrutura urbana, seguiu-se o processo de assoreamento dos igarapés pelo despejo dos esgotos sem tratamento e o lixo não recolhido transformou os canais em esgoto a céu aberto. Conforme ainda Christopherson (2012), apesar da ameaça de enchentes as pessoas são atraídas e constroem suas casas porque a área é praticamente plana. Zampronio (2009), comenta que a planície de inundação deve ser preservada da ocupação para que qualquer atividade urbana esteja livre de inundação mais frequente.

Quando da ocupação do solo urbano seja ele pelas obras de construções do poder público de forma “planejada” ou ocasionada pelas invasões principalmente no caso da cidade de Manaus os impactos mais agravantes recaem sobre os recursos hídricos, nessa questão Tundisi e Matsumara-Tandisi (2011) explicitam que do ponto de vista quantitativo e qualitativo, as principais atividades humanas cujos impactos nos recursos hídricos são relevantes e, portanto, alteram o ciclo hidrológico e a qualidade da água são: urbanização e despejos de esgoto sem tratamento; construção de estradas; desvios de rios e construção de canais.

O problema ambiental agrava-se durante os meses de maior precipitação, com fortes pancadas de chuvas atingindo toda camada social, porém as de menor poder aquisitivo, que reside em áreas inapropriadas como os vales, as planícies, igarapés que são inundados e as encostas que nesse período tornam-se mais vulneráveis aos

deslizamentos, transformando as microbacias em caos ambiental são as mais prejudicadas.

A forma como foi e vem sendo construídos os conjuntos habitacionais de casas populares pelo Poder Público, a degradação ambiental sempre esteve presente, seja sobre os interflúvios, sobre as planícies de inundação ou diretamente nos canais da microbacia com a construção de pontes extremamente subdimensionadas que interferem no dinamismo do ecossistema hídrico, formam um conjunto de situações presentes no meio físico da área do Conjunto João Paulo II.

Com a retirada total da cobertura vegetal e sem respeitar as APPs o solo fica exposto permanentemente à erosão acelerada antropogenética que se desenvolve da seguinte forma: transporte (deplúvio) de material carregado pela água da chuva e deposição (aplúvio) sedimentação do material nas partes mais baixas, até atingir a calha do igarapé.

A partir das coletas de dados em campo e com o levantamento de imagens aéreas obtidas por um sensor embarcado no Vant foi possível constatar no recorte espacial correspondente aos pontos P1 e P2, considerada com fortes ações antrópicas no Conjunto João Paulo II (Figura 3), que as áreas de encostas onde deveria existir a faixa de preservação permanente previsto na Legislação Ambiental vigente, está sendo tomada por construções irregulares devido à falta de fiscalização dos órgãos competentes.

Essas áreas são consideradas de preservação permanente, pois a cobertura vegetal contribui para a estabilidade das encostas evitando a erosão e ao deslizamento, a vegetação e as faixas marginais servem naturalmente de proteção das águas superficiais, o que se observa são construções subnormais que avançam até a planície de inundação.

Figura 3. Recorte espacial com intenso impacto antropogênico na APP. Imagens obtidas com sensor embarcado em Veículo Aéreo Não Tripulado - Vant, 2015.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos podemos concluir que as práticas de planejamento urbano no Conjunto João Paulo II, seguem as mesmas características das obras de engenharia vistas em conjuntos mais antigos da cidade de Manaus. A obra de engenharia edificada potencializou as fragilidades do meio físico, contribuindo para os impactos ambientais no local.

E com o sensoriamento remoto a partir das imagens de satélites aliadas ao uso de novas tecnologias como o Vant na produção de imagens aéreas, tornam-se importantes para produção de estudo com resultado satisfatórios na identificação e análise de impactos ambientais.

Agradecimientos

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM, pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa no âmbito do Programa de Iniciação Científica.

Referências

- Botelho, R.G.M., 2011. Bacias hidrográficas urbanas, in: Guerra, A.J.T. (Org.), *Silva, J.R.C.da, Araújo, C.S.de, Souza, I.G.de, Fontes, M.S.*

Geomorfologia Urbana. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, pp. 71-110.

- Botelho, R.G.M., Silva, A.S., 2004. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental, in: Vite, A.C., Guerra, A.J.T. (Org.), Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, pp. 153-188.
- Brito, J.B.O., 2009. Controle de enchentes em bacias urbanas com foz em sistemas lagunares - Estudo de caso: Baixada de Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro, UFRJ/COPPE.
- Calhman, O.K.B., 2008. Gestão de recursos hídricos em bacias de rios fronteirços e transfronteirços – Rio Quaraí/Bacia do Prata. Tese (Doutorado). Rio de Janeiro, UFRJ/COPPE.
- Carlos, A.F.A., 2009. A Cidade. 8. ed. 2. reimpressão. Contexto, São Paulo.
- Carneiro, P.R.F., 2008. Controle de inundações em bacias metropolitanas, considerando a integração do planejamento do uso do solo à gestão dos recursos hídricos. Estudo de caso: bacia dos rios Iguaçu/Sarapuí na região metropolitana do Rio de Janeiro. Tese (Doutorado). Rio de Janeiro, UFRJ.
- Cunha, S.B., 2009. Canais fluviais e a questão ambiental, in: Cunha, S.B., Guerra, A.J.T.

- (Org.), *A Questão Ambiental Diferentes Abordagens*. 5. ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, pp. 219-237.
- Christopherson, R.W., 2012. *Geossistemas: uma introdução à geografia física*. 7. ed. Bookman, Porto Alegre.
- Dias, J.E., Góes, M.H.B., Silva, J.X., Gomes, O.V.O., 2013. *Geoprocessamento aplicado à análise ambiental: o caso do município de Volta Redonda – RJ*, in: Silva, J.X.; Zaidan, R.T. (Org.), *Geoprocessamento & análise ambiental: aplicações*. 7. ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, pp. 143-176.
- Gonçalves, C.W. P., 2012. *Amazônia, Amazônias*. 3. ed. Contexto, São Paulo.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007. *Censo Agropecuário 2006, Contagem da População 2007. Manual Operacional da Base Territorial – BT, CI-23*. IBGE, Rio de Janeiro.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. *Censo Demográfico*. Disponível: www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/. Acesso: 10 jan. 2016.
- Mendonça, F., 2011. *Geografia Física: ciência humana?* 8. ed. Contexto, São Paulo.
- Molinari, D.C., 2010. *Hidrologia processos erosivos e movimento de massa*, in: Rebello, A. (Org.), *Contribuições Teórico-Metodológica da Geografia Física*. Editora da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, pp. 67-103.
- Oliveira, R.S., 2008. *Planejamento municipal integrado à gestão de recursos hídricos. Estudo de caso: município de Seropédica – RJ – Rio de Janeiro*. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro, UFRJ.
- Rezende, O.M., 2010. *Avaliação de medidas de controle de inundações em um plano de manejo sustentável de águas pluviais aplicado à Baixada Fluminense*. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro, UFRJ.
- Silva, J.R.C., 2005. *Análise dos impactos ambientais ocasionados pela exploração de recursos minerais na área do Igarapé do Mariano no Município de Manaus-AM*. Dissertação (Mestrado). Manaus, UFAM.
- Silva, J.R.C., 2010. *Degradação no Conjunto João Paulo II e Análise Comparativa com a Legislação Ambiental*. Manaus, UFAM.
- Torres, F.T.P., Machado, P.J.O., 2012. *Introdução à Hidrogeografia*. Cengage Learning, São Paulo.
- Tundisi, J.G., Matsumara-Tandisi, T., 2011. *Recursos Hídricos no Século XXI. Oficina de Textos*, São Paulo.
- Vieira, V.T., Cunha, S.B., 2010. *Mudanças na rede de drenagem urbana de Teresópolis (Rio de Janeiro)*, in: Vieira, V.T., Cunha, S.B., Guerra, A.J.T. (Org.), *Impactos Ambientais Urbanos no Brasil*. 6. ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, pp. 111-142.
- Zampronio, G.B., 2009. *Integração de técnicas para apoio à gestão de sistemas de drenagem urbana aplicada a uma bacia hidrográfica no Município do Rio de Janeiro*. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro, UFRJ.
- Zanella, M.E., Olimpio, J.L.S., Costa, M.C.L., Dantas, E.W.C., 2013. *Vulnerabilidade socioambiental do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Cocó, Fortaleza-CE*. *Revista Sociedade e Natureza* 2, 317-332.