

MODIFICAÇÕES NA REDE DE DRENAGEM DE CANAIS FLUVIAIS URBANOS: AS OBRAS DO PROSAMIM NO IGARAPÉ MESTRE CHICO NA CIDADE DE MANAUS, AM

Modifications to the drainage system of urban waterways: the PROSAMIM public works project in the Mestre Chico igarapé in the city of Manaus, AM

Valdir Soares de Andrade Filhoⁱ
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

José Aldemir de Oliveiraⁱⁱ
Deivison Carvalho Molinariⁱⁱⁱ
Universidade Federal do Amazonas

Resumo

O objetivo do estudo foi avaliar as modificações na rede de drenagem decorrentes das obras de engenharia do Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus (PROSAMIM), no igarapé Mestre Chico, relacionando-as com as informações previstas nos relatórios técnicos oficiais do Programa. Observou-se que determinadas informações projetadas não foram realizadas. Destacam-se problemas relacionados a processos erosivos e ao escoamento de águas pluviais.

Palavras-chave: Igarapé; Obras de engenharia; PROSAMIM; Manaus.

Abstract

The objective of this study was to appreciate changes in the drainage basin derived from engineering constructions of the Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus (PROSAMIM) in the igarapé Mestre Chico, relating them to the information provided in the technical reports of the official program. It was observed that some information was not designed. Stand out problems related to erosion and runoff of rainwater.

Keywords: Igarapé; Engineering constructions; PROSAMIM; Manaus.

OBRAS DO PROSAMIM E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE CANAIS FLUVIAIS URBANOS EM MANAUS

A cidade de Manaus, entrecortada por igarapés, tem em seu processo de ocupação urbana a expansão de moradias sobre os canais fluviais urbanos, marcado pela dinâmica das relações sociais de produção em um espaço historicamente estabelecido.

Igarapé é um termo indígena amazônico dado aos pequenos rios, que significa “caminho da canoa” (de *igara* – canoa, e *pé* – trilha, caminho); é o elemento topográfico característico predominante do espaço urbano manauara. Conforme Ab'Sáber (2004), o sítio urbano de Manaus está assentado sobre a porção ribeirinha de um sistema de colinas tabuliformes, pertencentes a uma vasta seção de um tabuleiro de sedimentos terciários,

entrecortado por uma densa rede de drenagem, situado na confluência do Rio Negro com o Solimões.

O desenvolvimento histórico da estrutura urbana da cidade e expansão de áreas de ocupação se intensificou principalmente com o fluxo migratório originado com a criação da Zona Franca de Manaus, a partir da década de 60, pelas oportunidades de empregos formais e informais gerados. Observou-se um rápido crescimento populacional, associado à falta de controle sobre o uso e ocupação do solo, que contribuiu diretamente para o aumento de assentamentos informais em áreas ambientalmente vulneráveis, em especial ao longo dos igarapés (OLIVEIRA, 2003).

Com o objetivo de resolver problemas

sociais e ambientais de igarapés da cidade de Manaus, o Governo do Estado do Amazonas implantou, em 2005, o Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus (PROSAMIM), conjunto de obras geridas pela Secretaria de Estado de Infra-Estrutura e financiada pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). Os principais objetivos do PROSAMIM são a promoção de obras que assistam à infra-estrutura sanitária das áreas de intervenção, a sustentabilidade social e a recuperação ambiental dos canais fluviais urbanos. O Programa consiste em quatro grupos de intervenção: (i) obras de macro e microdrenagem dos igarapés; (ii) reassentamento das populações que ocupam os terrenos visados pelo Programa; (iii) construção de vias e parques nas áreas de entorno dos igarapés; e (iv) construção de conjuntos habitacionais próximos aos canais, para um melhor uso do solo, conforme o Plano Diretor (PCA-MESTRE CHICO, 2005).

A urbanização sobre canais fluviais impõe desafios especiais aos gestores e planejadores profissionais do espaço urbano. O rio, caracterizado pela hidrologia, sedimentos, morfologia e comunidade biótica, reflete os cenários naturais e sociais atuantes na bacia hidrográfica. Nas últimas décadas, obras de engenharia e modificações efetuadas diretamente em canais têm sido realizadas com mais frequência no Brasil, em especial em áreas urbanas. Associados ao crescimento urbano e às sucessivas obras de engenharia, os rios são transformados, perdendo suas características naturais. Nesse sentido, é preciso conhecer a sua formação, constituição e dinâmica, para que as obras de recuperação não sejam apenas temporárias e sem grande eficácia (CUNHA, 2005).

A presente pesquisa de iniciação científica teve como área de estudo o igarapé Mestre Chico, afluente da microbacia do Quarenta/Educandos, situada à porção sudoeste da área urbana de Manaus (Figura 01), o qual tem sido objeto de intervenção urbana do PROSAMIM. O objetivo do estudo foi o de avaliar as modificações na rede de drenagem decorrentes das obras de engenharia do PROSAMIM, no igarapé Mestre Chico, relacionando-as com as informações previstas nos relatórios técnicos oficiais do Programa.

Atualmente, o Programa abrange determinados outros canais da cidade, mas que não foram objetos de nossa discussão. Nestes termos, devido às delimitações do objetivo da pesquisa, as variáveis trabalhadas foram mais diretamente relacionadas aos aspectos físicos do que aspectos sociais.

Esta pesquisa foi parte de um projeto maior intitulado "Manaus – a paisagem em movimento: os impactos da intervenção urbana do Programa Social e Ambiental dos Igarapés" financiado pelo Edital Universal do CNPq e em desenvolvimento no Núcleo de Estudos e Pesquisas das Cidades na Amazônia Brasileira (NEPECAB).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo foi realizado no período de agosto de 2008 a julho de 2009. Foram realizadas as seguintes atividades: i) Análise dos materiais técnicos junto aos órgãos públicos e PROSAMIM, como cartas topográficas e mapas temáticos da área de estudo; documentos relacionados às questões ambientais do projeto de intervenção e suas avaliações da estrutura do Programa, como Avaliação Ambiental Estratégica (AAE, 2004),

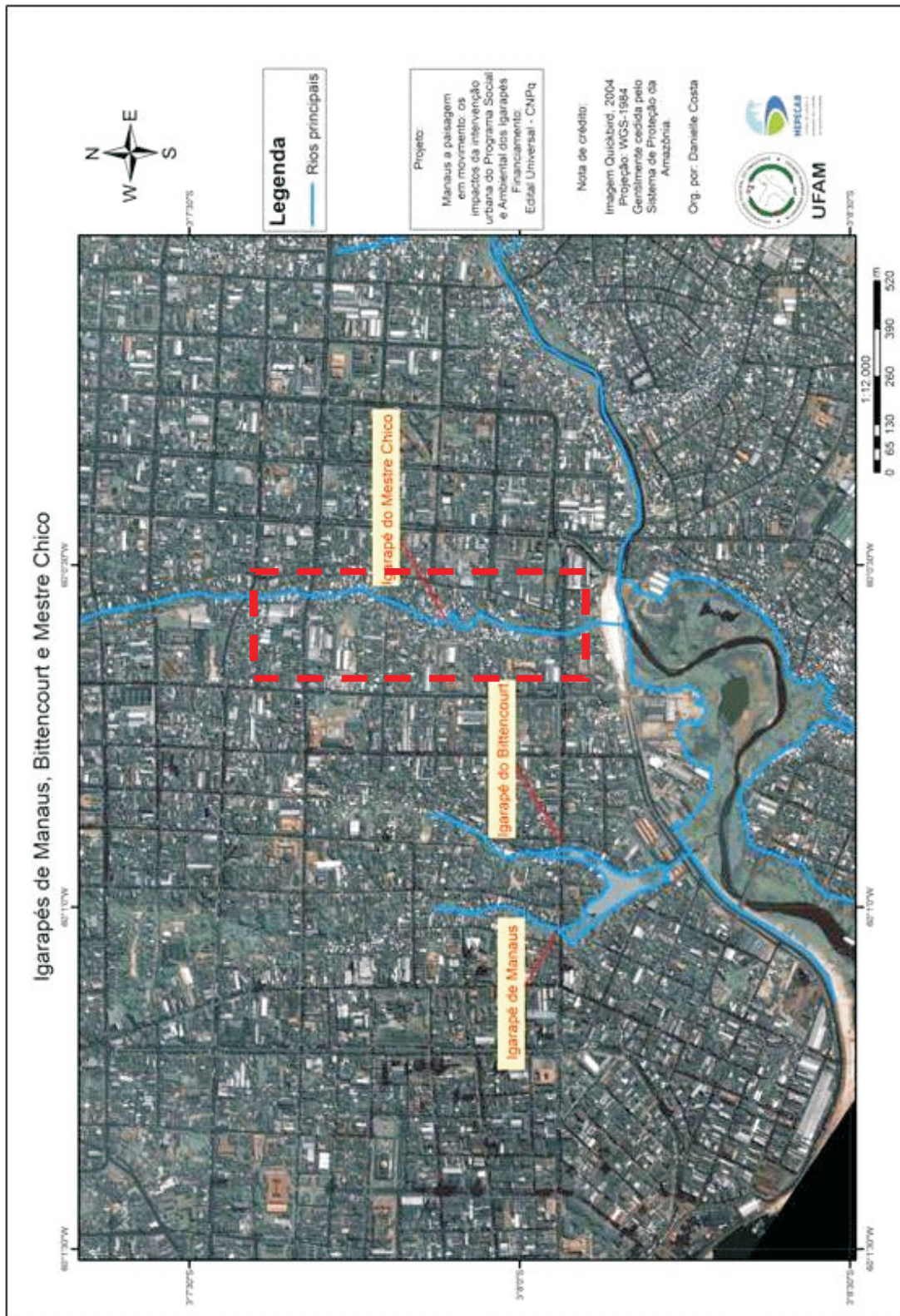


Figura 01: Área de estudo.

Fonte: SIPAM, 2004.

Organizado por Danielle Pereira da Costa – NEPECAB.

--- Delimitação da área de estudo (verificar figura 02).

Relatório de Impacto Ambiental (RIMA-PROSAMIM, 2004) e Plano de Controle Ambiental (PCA-MESTRE CHICO, 2005). ii) Trabalhos de campo, com o início das primeiras observações e levantamentos sobre a área de estudo; registro fotográfico da área e delimitações para os levantamentos geomorfológicos e edáficos; iii) Sistematização dos dados coletados em campo; elaboração e adoção de análises para os materiais coletados em campo; quantificação e análise dos resultados obtidos.

A área de estudo foi delimitada em três macro-áreas, conforme o andamento das obras de engenharia do PROSAMIM durante o período da pesquisa (Figura 02): área trabalhada pelo Programa (área de obras públicas inauguradas à população), área em trabalho (onde as obras estavam em andamento) e área não-trabalhada (onde as obras não tinham se iniciado, mas que estavam inseridas no Programa).

Em jurisprudência ao PROSAMIM, as únicas áreas autorizadas de realização do estudo no igarapé foram a área trabalhada e a área não-trabalhada pelo Programa. A escolha dos locais de coleta do solo foi baseada no seguinte critério: os pontos de análise dos solos situaram-se em superfícies próximas às feições erosivas de destaque, observadas nas margens do canal.

Quatro pontos foram escolhidos na área de estudo, sendo três na área trabalhada e um na área não-trabalhada (Figura 02). Para cada local, testes de infiltração foram aplicados, baseados na metodologia descrita por Guerra (1996). O método de teste de infiltração consistiu na utilização de um tipo de infiltrômetro na forma de um cilindro, de 10 cm de diâmetro e 15 cm de altura. O cilindro era

cravado no topo do solo e enchido com água até certa altura acima da superfície. A teoria do método descreve que inicialmente a água pode infiltrar de maneira irregular, porém a medida em que o solo ao redor do cilindro se aproxima da saturação, a vazão (quantidade de água infiltrando) tende a tornar-se constante para cada intervalo de tempo conhecido (GUERRA, 1996). As medições da água infiltrada e o tempo percorrido foram registrados em paralelo, em tabelas de registro utilizadas na atividade, para posteriores cálculos e estimativa da capacidade de infiltração daquela superfície de solo.

Para cada ensaio, testes de textura foram aplicados, baseados na metodologia indicada por Manfredini et al (2005), com o objetivo de identificar as características dos solos em estudo. O método consistiu em manipular amostras de solos utilizando as próprias mãos, aplicando água às amostras coletadas e, em seguida, modelando-as de forma a perceber as proporções de seus diferentes constituintes (Figura 03).

Observações sobre a área e os impactos identificados eram registradas para posterior comparação com os relatórios oficiais sobre as obras do Programa.

OBRAS SOBRE OS IGARAPÉS: PERSPECTIVAS DO PROSAMIM E DA PESQUISA

O PROSAMIM é um programa do Governo do Estado do Amazonas que se encontra em andamento. Conforme o PCA-Mestre Chico (2005), um dos principais objetivos do PROSAMIM é o de promover o saneamento e o desassoreamento dos igarapés da Bacia do Quarenta/Educandos e a utilização racional do uso do solo às suas margens, visando a manutenção do patrimônio natural e

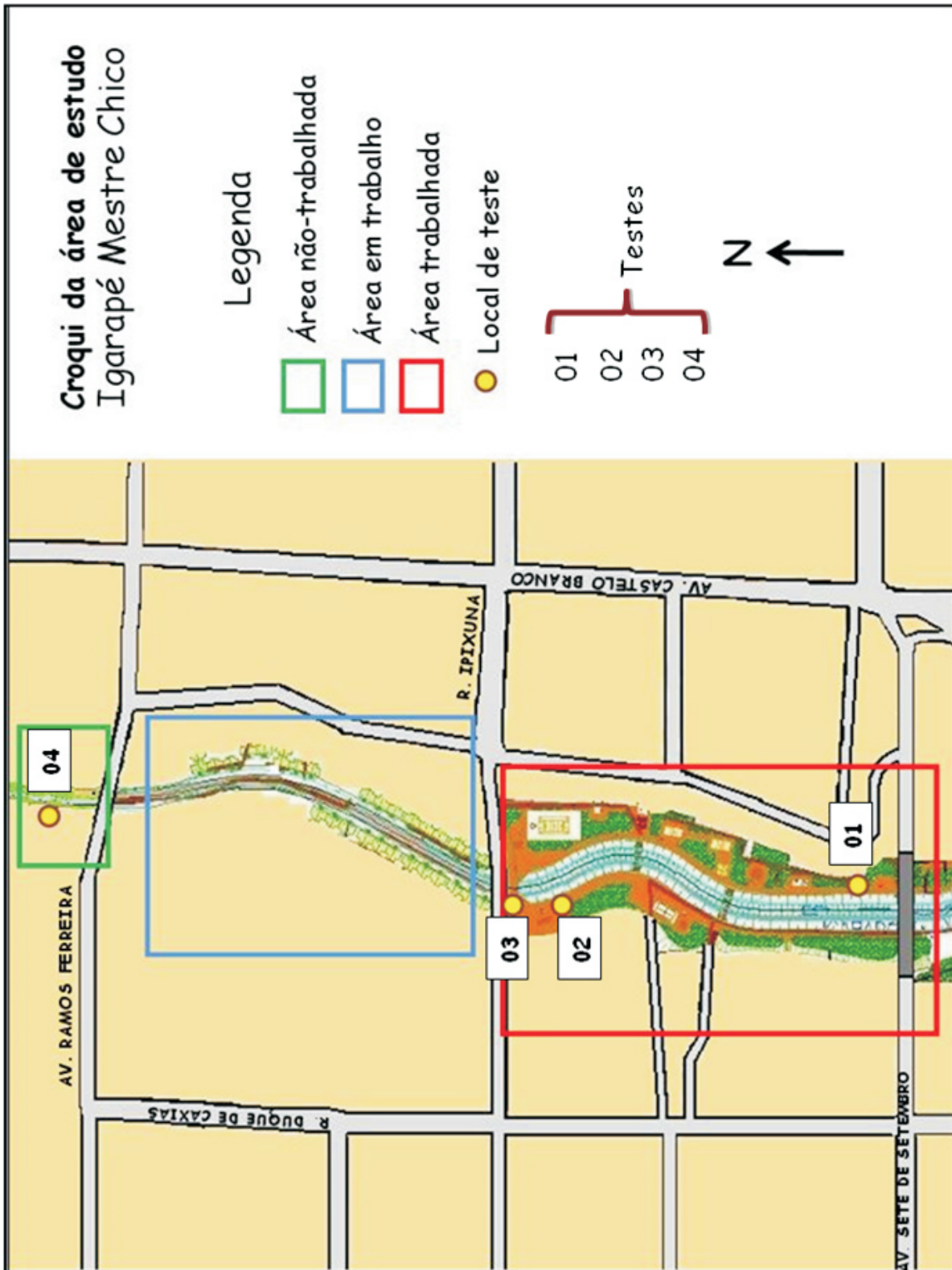
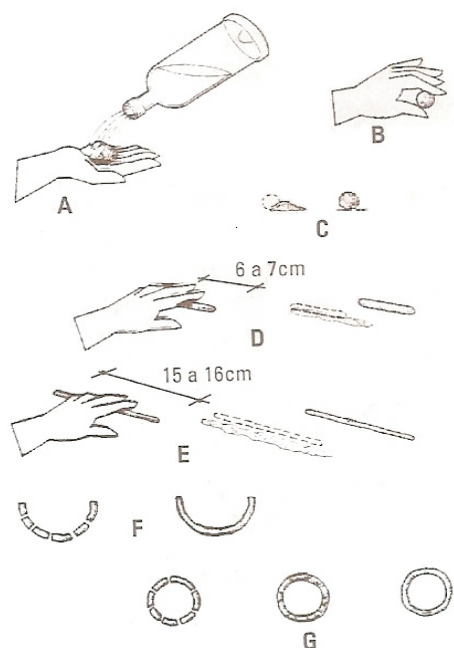


Figura 02: Croqui da área de estudo. Organizado por Valdir Soares, 2009.



A - Molhar a amostra de solo

B - Formar uma bola de 3cm de diâmetro;

C - Deixar a bolinha cair. Se ela se destruir, a textura é arenosa;

D - Se a bolinha não se destruir, formar um cilindro de 6 a 7cm de comprimento. Se o cilindro se destruir, a textura é média

E - Continuar moldando o cilindro até que ele atinja 15 a 16cm;

F - Formar uma meia lua. Se o material trincar levemente, a textura é argilosa

Figura 03: Manipulações de amostra de solo aplicadas para teste de textura.

Fonte: MANFREDINI et al, 2005.

a melhoria das condições de vida da população envolvida. O principal instrumento do Programa reside no processo de saneamento dos canais, envolvendo um conjunto de ações relacionado a aspectos de urbanização e habitação; aos componentes técnicos das obras de engenharia como a canalização dos igarapés, à infra-estrutura viária e sanitária; à recuperação ambiental das áreas trabalhadas.

Para o Programa, conforme os diagnósticos e relatórios elaborados, parte-se do pressuposto das causas de impactos ambientais e sociais existentes nas áreas ao longo dos igarapés de Manaus, antes de qualquer intervenção, como: o fato de populações ocuparem áreas consideradas de risco, residindo sobre palafitas ao longo dos igarapés, é associado a falta de recursos financeiros destas pessoas, aliada à deficiência na oferta de habitações populares planejadas; o aumento das vazões decorrentes de chuvas intensas e os freqüentes transbordamentos das águas dos igarapés é apontado devido ao

aumento de áreas impermeáveis nas bacias hidrográficas do sítio urbano, conseqüência da ocupação intensa do espaço físico; destaca-se o agravamento da situação de lançamentos de resíduos sólidos nos igarapés, causando diversos danos ambientais à área; aponta-se uma manutenção deficiente dos igarapés e outros coletores de macro-drenagem no escoamento de águas pluviais e prevenção de inundações, devido a ausência de planejamento de dragagens e a falta de um programa racional de limpeza dos canais (PCA-MESTRE CHICO, 2005).

O quadro ambiental urbano das áreas de intervenção do Programa é diagnosticado pelos relatórios oficiais como uma situação crítica, justificando, deste modo, o conjunto de ações previstas pelo PROSAMIM. Aponta-se que com a implantação do Programa, ainda que apresente alguns impactos negativos, inúmeros benefícios seriam gerados, seja no ambiente natural, como nos aspectos sociais e econômicos. Demonstra-se que com a não-

implementação do Programa, o quadro de impactos negativos já existentes na área tenderia a se agravar. É destacado que a maior parte dos impactos negativos observados decorrentes da implantação do PROSAMIM será na sua maioria temporária, reversível e acredita-se que poderão ser mitigados (RIMA-PROSAMIM, 2004).

No que concerne à macro-drenagem, conforme o RIMA-PROSAMIM (2004), as obras de engenharia foram projetadas tendo como objetivo minimizar os efeitos de cheias nos igarapés integrantes da bacia hidrográfica do Quarenta/Educandos, levando em consideração as modelagens matemáticas das vazões realizadas para a bacia, dimensionando as seções dos igarapés, considerando-se a sazonalidade climática incidente e as intempéries inerentes ao longo do ano na área. O objetivo é a eliminação de inundações provocadas pelas chuvas intensas e pelo represamento do Rio Negro, bem como conseqüente alagamentos das áreas adjacentes e urbanizadas. De acordo com o RIMA-PROSAMIM (2004) e o PCA-Mestre Chico (2005), as obras envolvem os seguintes segmentos principais:

- Adequação das seções de escoamento dos cursos de água, de maneira que possam comportar as vazões decorrentes das chuvas intensas. Trabalha-se com cenário futuro de 30 anos para estabelecer as condições de impermeabilização hipotéticas da bacia e as vazões críticas a serem veiculadas pelo igarapé. Os fatores físicos indutores dos processos erosivos tenderão a ser gradativamente amenizados através das intervenções que compõem o Programa proposto.

- A solução de drenagem foi definida para estabelecer seções de escoamento livre até o deságue no igarapé do Quarenta-Educandos e no Rio Negro. A adaptação a ser realizada na seção envolve a definição da geometria e do tipo de revestimento a serem adotados de acordo com as condições de declividade do curso.

- As áreas localizadas abaixo da cota de cheia máxima serão desocupadas, sendo a população aí residente reassentada em área próxima. O solo precisará ser protegido, tomando-se as medidas legais, institucionais e urbanísticas cabíveis, visando evitar que voltem a ser ocupadas.

- Prevê-se a implantação de um sistema de coleta de esgotos sanitários e a melhoria do sistema de abastecimento de água, regularizando a rede de distribuição e as ligações domiciliares nas áreas de intervenção; melhoria da situação de limpeza pública, envolvendo coleta e destinação final adequada do lixo urbano, de modo a evitar a obstrução dos igarapés pelos resíduos e criar condições para evitar ocorrência e proliferação de vetores de doenças; melhoria do sistema e da estrutura viária na área do Programa.

Durante os trabalhos de campo, determinadas observações sobre o PROSAMIM e as obras no Igarapé Mestre Chico foram registradas e quantificadas, e merecem destaque pontual.

Observou-se, em campo, que as obras de engenharia sobre o canal fluvial do Mestre Chico vêm sendo alvo de constantes remodelações em sua forma, principalmente em relação aos trabalhos nos leitos do igarapé, onde os processos erosivos foram amplamente

constatados ao longo dos meses estudados. Acompanhando-se o andamento das obras desde o início do segundo semestre do ano de 2008 até o primeiro semestre de 2009, pôde-se registrar visualmente, por meio de fotografias, a evolução das obras e as contínuas mudanças adquiridas no canal (Figura 04).

As principais mudanças residiram nas transformações das feições geomorfológicas dos leitos, ou seja, nas formas e disposição do relevo das margens e do canal. Em um primeiro momento, pôde-se constatar a intensificação dos processos erosivos, dando origem às diferentes formas registradas. Considerando que o conjunto de obras do Igarapé Mestre Chico continua em andamento, era de se esperar constantes adaptações das construções aos processos de intempéries da região. Entretanto, parte das obras publicamente “entregues” a população, ou

seja, inauguradas, apresentaram constantes alterações em seus trechos.

A erosão dos solos intensificada pela ação humana é considerada um dos principais impactos causados aos ambientes. O processo erosivo, em si, refere-se a um processo natural de movimentação das partículas do solo. Envolve diversos fatores que contribuem ou não com sua intensificação, como propriedades físicas e químicas dos solos, energia cinética da água das chuvas, tipo de escoamento superficial predominante, cobertura vegetal, uso e manejo do solo (BERTONI, 1999; GUERRA, 2005). Em ambiente urbano estas características, relacionadas aos processos erosivos, têm sido comumente identificadas e possuem reflexos principalmente nos canais fluviais, áreas topograficamente baixas, por onde nos vales fluem as águas. Por gravidade, o transporte de

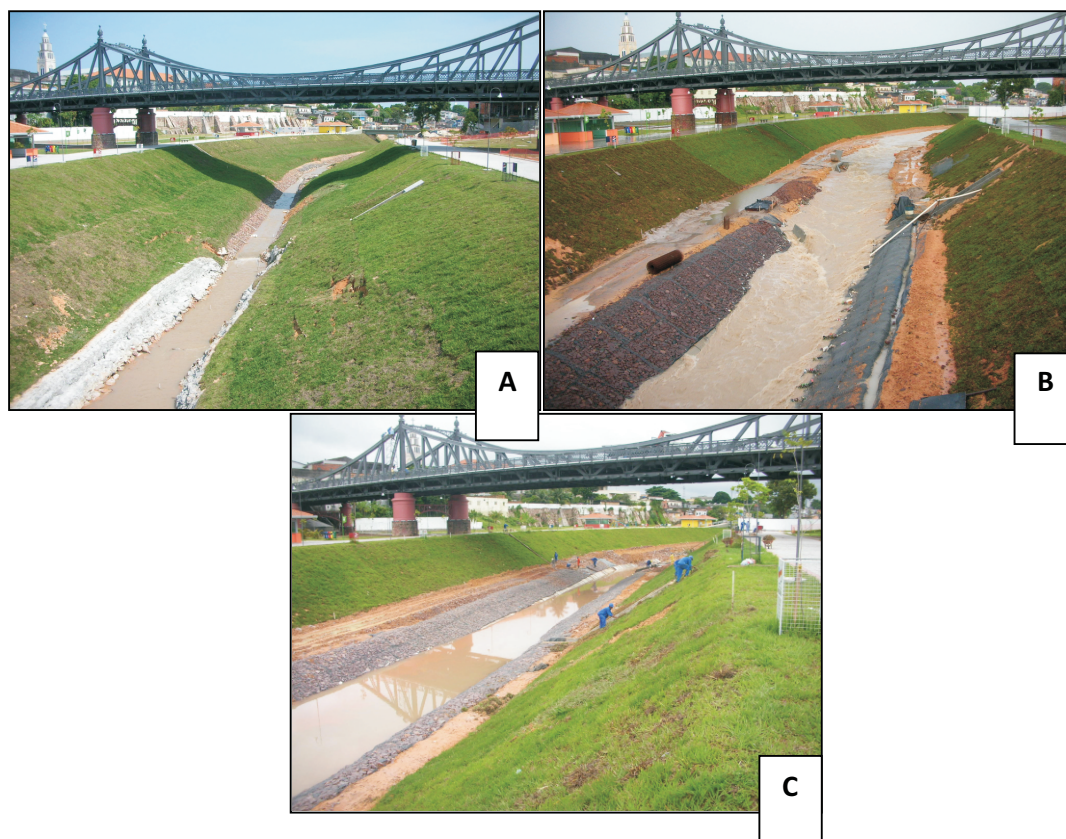


Figura 04: Alterações das obras em um ponto do canal Mestre Chico em diferentes meses.
Foto: Valdir Soares, 02/10/2008 (A); 23/12/2008 (B); 03/04/2009 (C).

sedimentos de qualquer área converge para relevos mais baixos. Deste modo, o estudo de bacias hidrográficas e processos erosivos podem ser bons indicadores de qualidade ambiental nas cidades (CUNHA & VIERA, 2005).

Por meio dos testes aplicados, verificou-se que o processo de infiltração apresentou resultados distintos entre os pontos estudados (Tabela 01).

A infiltração da água no solo é um processo que depende de diversos fatores, em maior ou menor grau, como as características do solo, o tipo de cobertura predominante, o tipo de uso de solo e o grau de compactação da camada superficial (BERTONI, 1999). Conhecendo-se a porosidade da infiltração de água, pode-se estimar as condições de erosividade que os solos podem apresentar.

Verificou-se que os testes 01 e 03 apresentaram valores de infiltração em 05 ml/min e 42 ml/min respectivamente,

comparativamente menores em relação ao teste 02, com 230 ml/min. Determinados fatores geomorfológicos contribuíram para essas diferenças na variação de comportamento na infiltração do solo e devem ser considerados, como: a inclinação do relevo, a textura e tipo de solo e o papel da vegetação.

O ensaio 01 foi aplicado em uma área de vertente, situado no baixo curso do igarapé Mestre Chico, entre a Ponte Metálica (da Av. Sete de Setembro, à montante da ponte) e a 1ª passarela (à jusante da passarela), à margem esquerda. Trata-se de uma área em que anteriormente havia um processo de erosão concentrado ao ponto das obras intervirem localmente para conter o avanço do processo (Figura 05).

Conforme os dados coletados neste ponto, a água apresenta um comportamento de baixa infiltração, permitindo estabelecer a hipótese de que a água que adentra no sistema de solo do local é utilizada principalmente

Teste	Declividade	Infiltração média
01	40°	05 ml/min
02	23°	230 ml/min
03	23°	42 ml/min
04	07°	24 ml/min

Tabela 01: Valores estimados de infiltração média para cada teste. Organização: Valdir Soares, 2009.

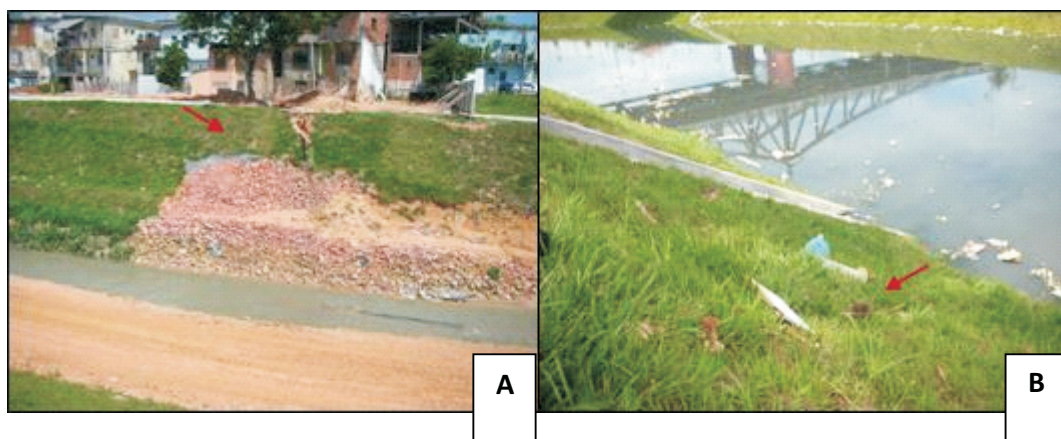


Figura 05: Área de aplicação do teste de infiltração 01 (destaque para as setas, que indicam o local do experimento).

Foto: Valdir Soares, 06/01/2009 (A); 03/04/2009 (B).

para o escoamento superficial, intensificando a ação da erosão.

A inclinação do terreno é um fator que deve ser considerado no escoamento superficial e intensificação da erosão. A declividade neste ponto foi medida em aproximadamente 40°, o que significa um terreno inclinado em relação à superfície do canal fluvial. Pelas observações de campo, trata-se de uma área em que apresenta um material areno-argiloso, o que significa que a capacidade de infiltração é teoricamente alta (OLIVEIRA, 1999). A textura do solo é uma importante característica que influencia a movimentação da água no solo, uma vez que determina a quantidade de macroporos presentes no perfil e permite estimar a taxa de infiltração (OLIVEIRA, 1999).

Estes materiais aterrados pelas obras de engenharia não se referem a solos autóctones do igarapé Mestre Chico, mas, sim, alóctones. Isto é evidenciado, pois, comparando-se com a área do teste 04, esta apresentava nos solos uma textura com material mais arenoso, depositado pelo processo de sedimentação natural do canal. Nesta área de não-intervenção atual do PROSAMIM, os processos erosivos mostraram-se menos intensos de modo que não comprometam a

estabilidade das margens do canal, apesar de ser uma área ambientalmente de risco para as populações atuais residentes (proliferação de doenças, problemas relacionados a inundações, entre outros).

Pelo processo de entrada da água no sistema de solos da área (chuvas), parte da água evapora primeiramente (durante o dia, a noite este processo não ocorre), outra parte é retida pela gramínea plantada e o restante que não consegue infiltrar no solo é transportado por escoamento superficial. Entretanto, é importante destacar o papel dessas gramíneas na retenção da água no sistema e sua relação com os processos erosivos identificados em campo.

Levanta-se a discussão de que estas gramíneas não estão sendo suficientes para cumprir seu papel em relação aos solos aterrados na área trabalhada pelo PROSAMIM. A vegetação tem uma função extremamente importante no controle de erosão pluvial, contribuindo para a estabilidade superficial das encostas, evitando-se de maneira benéfica no aumento das taxas de erosão e nos movimentos de massa sub-superficiais (BERTONI, 1999). O que se observou em campo foi a existência de determinadas incisões identificadas nos

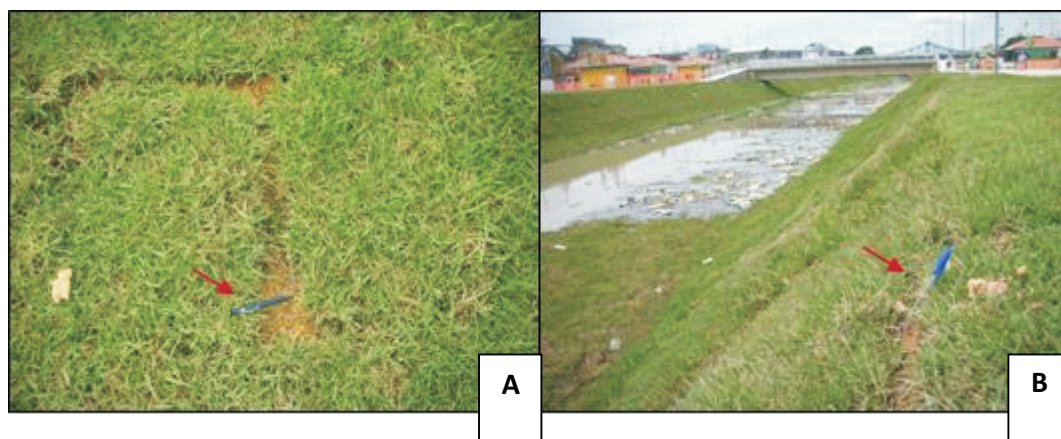


Figura 06: Identificação de discontinuidades entre os tufos de gramíneas (destaque para as setas, que indicam falhas observadas).

Fotos: Valdir Soares, 03/04/2009 (A; B).

espaços de solos desnudos nas entrelinhas dos tufo de gramíneas plantadas (Figura 06).

Pelo ensaio 02, observou-se uma taxa de infiltração maior do que aos demais testes. O experimento foi aplicado próximo às entrelinhas dos tufo de gramíneas. Em adição à maior taxa de infiltração identificada, pôde-se constatar visualmente um maior fluxo de escoamento na superfície do solo, impulsionado pelas falhas de gramíneas geradas. Estas falhas foram medidas em aproximadamente 10 cm.

A água ao se precipitar nesta área entre gramíneas irá obter um maior escoamento, adquirindo maior energia cinética na movimentação do fluido e contribuindo para o processo de intensificação da erosão do solo. A quantidade de força gerada pelo escoamento é relacionada com a concentração e velocidade com que a água se desloca no terreno (BERTONI, 1999). A água em escoamento adquire maior velocidade quando há uma rápida mudança na declividade do terreno, como é o caso das feições identificadas em campo.

A intensificação da erosão pode ser reflexo de um conjunto de causas, envolvendo fluxo de escoamento, formação de sulcos erosivos, entre outros, e foram amplamente identificados ao longo da área de intervenção estudada. A não-readequação destas feições poderá implicar no surgimento de mais problemas relacionados a processos erosivos e sua intensificação nas áreas de intervenção do Programa.

Determinadas outras observações de campo merecem destaque:

- Em áreas trabalhadas pelo PROSAMIM, as águas superficiais do canal mostraram-

se com períodos de intensa movimentação de fluxo e períodos com baixo movimento. Isso variou conforme a época do ano. Como descreve Ab'Sáber (2004), em época da vazante do Rio Negro, rio principal que deságua todas as microbacias de Manaus, os igarapés têm seus leitos encaixados e diminuídos. Quando em época de cheia, os igarapés têm seus vales afogados (represados) e aumentados em dimensões geométricas. Apesar da retificação do canal, as margens do canal mostraram-se pouco definidas ao longo dos trechos estudados, com trechos mais largos e outros menos, onde as dimensões geométricas do canal variaram consideravelmente (maiores profundidades e largura). Os processos erosivos mostraram-se significativamente atuantes, principalmente em época de vazante, quando o canal adquiria maior velocidade em seu fluxo de escoamento e sua capacidade de erodir as margens aumentava. Em áreas não-intervenção, observou-se um fluxo livre das águas superficiais, independente da época do ano. As margens mostram-se mais definidas e estáveis, com seu leito menor encaixado e dimensões geométricas regularmente definidas e foram medidos em aproximadamente entre três a quatro metros.

- Em áreas trabalhadas, as gramíneas plantadas previstas pelo Programa, mostraram-se aparentemente inapropriadas. Nesta pesquisa, foram apontadas diretamente relacionadas à intensificação dos processos erosivos nas obras. Constatou-se pouca vegetação arbórea, meramente paisagística e de

plantação recente, as quais não oferecem nenhuma sombra ou relativa importância à função de fixação do solo e escoamento das águas. Em áreas não-trabalhadas, a existência de vegetação primária é descartada. Entretanto nestas áreas ocorrem vegetações bem desenvolvidas, podendo-se observar diferentes espécies como gramíneas, herbáceas e árvores desenvolvidas. Espécies arbóreas como bananeiras, palmáceas e buritizeiros foram identificadas em áreas próximas ao canal fluvial e sugerem disponibilidade de água no solo – visto que são vegetações que se desenvolvem preferencialmente em áreas de baixo, em solos mais úmidos.

- Em áreas de intervenção, o acúmulo de lixo à superfície do canal mostrou-se relativamente maior ao longo da pesquisa, principalmente à época de cheia do igarapé, quando o fluxo de águas à superfície era praticamente baixo. Em áreas não-trabalhadas pelo Programa, o acúmulo de lixo mostrou-se constante ao longo das margens do canal, à época de cheia e vazante.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do período da pesquisa, observou-se que determinadas informações projetadas nos relatórios institucionais (documentos oficiais, como Relatório de Impacto Ambiental – PROSAMIM e Plano de Controle Ambiental – Mestre Chico) não foram diagnosticadas. Destacam-se problemas identificados relacionados a processos erosivos e ao escoamento de águas pluviais; a constatação de poucas espécies arbóreas ou vegetação adequada que recobrisse parte da área (necessária para melhorias nas condições

térmicas do microclima local e importante aspecto na retenção do processo erosivo); e quanto ao lixo observado em área de intervenção.

Ao longo do estudo, observou-se uma inconstante paisagem nas obras de engenharia (particularmente, áreas de obras publicamente inauguradas). Áreas próximas ao canal que, quando do início da pesquisa, apresentavam-se sobre determinada forma, ao longo dos meses foram retrabalhadas, gerando mais gastos financeiros em obras que já tinham sido inauguradas.

Pelas análises dos dados coletados, levanta-se a hipótese de que os processos erosivos tiveram suas ações intensificadas na área, principalmente devido a determinados aspectos das obras, como a fixação das gramíneas e os espaços observados entre os tufo de gramas (que podem contribuir significativamente para a concentração do escoamento superficial das águas das chuvas e intensificação da erosão em determinados pontos da área, originando as feições erosivas); e à baixa capacidade de infiltração de água no solo (intensificando o escoamento superficial e o processo erosivo).

O período chuvoso para a região de Manaus (dezembro-maio) revela uma série de elementos que devem ser considerados nos aspectos construtivos de obras de engenharia relacionados a canais fluviais urbanos. Com o incremento sazonal das chuvas, a disponibilidade de água a ser escoada na área da microbacia é maior, associada à baixa permeabilidade dos solos da cidade (cobertos em maior parte por calçadas, ruas asfaltadas e casas), o que propicia um maior fluxo de águas à direção das áreas mais baixas topograficamente, os igarapés. Deste modo, a

quantidade de água que os canais fluviais recebem por área é significativamente maior, dependendo do evento chuvoso. Os problemas às obras no canal iniciam-se quando há a necessidade de dar vazão a este incremento de água disponível, como foi observado em campo, quando o canal adquire uma maior capacidade de erodir em suas margens, resultando em feições erosivas que comprometam a estabilidade das obras.

Deve-se destacar, por fim, a importância de se considerar, em obras de canais fluviais urbanos, todos os aspectos naturais característicos da área e adaptar as obras projetadas em função destas características naturais específicas de forma adequada, de modo que o projeto de requalificação ambiental dos igarapés torne-se de fato real.

NOTAS

ⁱ Geógrafo; Mestrando em Clima e Ambiente (CLIAMB) pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

Email: valdirsaf@hotmail.com.

ⁱⁱ Orientador da pesquisa; Doutor em Geografia pela Universidade de São Paulo (USP); Professor Titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

E-mail: j-aldemir@uol.com.br.

ⁱⁱⁱ Co-orientador da pesquisa; Doutorando em Geografia Física pela Universidade de São Paulo (USP); Professor Assistente I do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

E-mail: molinari_geo@yahoo.com.br

REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz. A Cidade de Manaus. In: AB'SABER, Aziz. *Amazônia: do discurso à práxis*. 2 ed. São Paulo: EDUSP, 2004. Cap. 9, p. 201-222.

BERTONI, José; LOMBARDI NETO, Francisco. *Conservação do solo*. 4 ed. São Paulo: Ícone, 1999. p.355.

CUNHA, Sandra & VIERA, Viviane. Mudanças na rede de drenagem urbana de Teresópolis, Rio de Janeiro. In: GUERRA, Antonio (Org.). *Impactos Ambientais Urbanos no Brasil*. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. Cap. 3, p.111-145.

CUNHA, Sandra. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, Antonio. (Org.). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. Cap. 5. p.157-189.

GUERRA, Antonio. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, Antonio; CUNHA Sandra (Org.). *Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p.345.

GUERRA, Antonio; ARAUJO, Gustavo; ALMEIDA, José. *Gestão ambiental de áreas degradadas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p.320.

ESTUDO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA – AAE. *Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus – PROSAMIM*. Governo do Amazonas. Secretaria de Estado de Infra-Estrutura. Manaus, 2004. p.207.

MANFREDINI, Sidneide et al. Técnicas em Pedologia. In: VENTURI, Luís. (Org.). *Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. Cap. 6, p.85-98.

OLIVEIRA, José; ALECRIM, José. (Org.). *Cidade de Manaus: visões interdisciplinares*. Manaus: EDUA, 2003. p.295.

OLIVEIRA, Marcelo. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por

voçorocas. In: GUERRA, Antonio (Org.). *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. Cap. 2, p.45-70.

PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL – PCA MESTRE CHICO. *Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus – PROSAMIM*. Governo do Amazonas.

Secretaria de Estado de Infra-Estrutura. Manaus, 2005. p.188.

RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL – RIMA. *Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus – PROSAMIM*. Governo do Amazonas. Secretaria de Estado de Infra-Estrutura. Manaus, 2004. p.140.
