

Proposta de redes para tratamento preliminar de esgoto

Proposal of grids for preliminary treatment of sewage

Jussara Socorro Cury Maciel, Doutora, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM e Serviço Geológico do Brasil - CPRM

jussaracury7@gmail.com

Aline Venâncio de Moura, Graduanda, IFAM.

Alinevenancio63@gmail.com

Bruno Gabriel Santos Corrêa, Graduando, IFAM.

brunogabrielsantoscorrea@gmail.com

Resumo

A região norte possui a maior quantidade de água doce do Brasil, dispõe aproximadamente 80% dos recursos hídricos do país. Em contraponto, a cidade de Manaus conta com uma rede de coleta e tratamento de esgotos aquém dos requisitos do saneamento básico, em muitas situações, as águas servidas são lançadas nos corpos receptores sem o tratamento primário, prejudicando as condições naturais dos rios e igarapés da cidade. Este artigo propõe a implantação de barreiras físicas em locais próximos à saída dos esgotos ou nos próprios emissários, para a retenção de sólidos grosseiros, analisando alguns materiais sustentáveis que possam ser utilizados para compor as redes de contenção. Para o desenvolvimento dessa pesquisa, foi realizada pesquisa bibliográfica na temática de esgoto sanitário, análise de relatórios técnicos produzido recentemente, com a caracterização hidrológica da cidade de Manaus. Com intuito de propor alternativas simples para as comunidades, este trabalho consultou materiais naturais regionais já utilizados para redes e tramas e considerou que a fibra de Curauá seria um material com grande possibilidade no uso de redes para coleta de sólidos grosseiros, adaptáveis ao tratamento preliminar de efluentes, em razão da resistência, durabilidade e condições de alongamento.

Palavras-chave: Curso d'água; Esgoto; Alternativas Sustentáveis

Abstract

The northern region has the largest amount of freshwater in Brazil, with approximately 80% of the country's water resources. In contrast, the city of Manaus has a sewage collection and treatment network that falls short of basic sanitation requirements; in many situations, wastewater is discharged into receiving rivers without primary treatment, damaging the natural rivers and streams conditions. This paper proposal is physical barriers implantation, near the sewer exit or in the emissaries, for the coarse solids retention, analyzing some sustainable materials that can be used to compose the containment networks. For the development of this research, a bibliographical research was carried out on the subject of sanitary sewage, analysis of technical reports produced recently, with the hydrological characterization of Manaus city. In order to propose simple alternatives for the communities, to adapt in the existing systems, this work consulted regional natural materials already used for networks and plots and considered that Curauá would be a material with great possibility in the use of networks for collection of coarse solids, adaptable to the preliminary effluent treatment, due to the strength, durability and elongation conditions.

Keywords: Water course; Sewer; Sustainable Alternatives

1. Introdução

A cidade de Manaus conta com uma rede de coleta e tratamento de esgotos aquém dos requisitos do saneamento básico, em muitas situações, as águas servidas são lançadas nos corpos receptores sem o tratamento primário, prejudicando as condições naturais dos rios e igarapés da cidade.

Segundo o censo do IBGE (2010), o número populacional da cidade de Manaus é 1.802.014 habitantes. Porém, é demonstrado em 2018 pelo IBGE uma estimativa total de população composta 2.145.444 habitantes, entretanto somente no censo de 2020 serão disponibilizados dados reais setORIZADOS por bairros.

Em Manaus o controle dos serviços de abastecimento de água e tratamento de esgoto é da Águas de Manaus, que pertence a Aegea, onde assumiu o controle no dia 15 de junho de 2018. Anteriormente, a empresa responsável foi a Manaus Ambiental. A capital possui infraestrutura de coleta e tratamento de esgoto na ordem de 35%, sendo que desse total, 20% são operados pela concessionária e os demais por iniciativas privadas.

De acordo com Trata Brasil (2018) na cidade de Manaus, somente 10,18% do esgoto é coletado e apenas 23,80% é tratado. A maior parte do volume de esgoto é despejada diretamente nos igarapés, lagos e no Rio Negro. O levantamento traça um panorama das 100 maiores cidades do Brasil. O indicador de coleta de esgoto, que também avalia quanto da população tem acesso ao serviço, demonstrou as fragilidades do saneamento básico em Manaus.

A falta de uma rede coletora de esgotos sanitários e o despejo de material sólido in natura são fatores que contribuem de forma drástica para a poluição dos igarapés em Manaus, abrindo precedentes para a proliferação de várias doenças por veiculação hídrica, como dengue, malária, hepatite, verminoses e outras. Em muitos bairros, o esgoto é coletado junto com as águas pluviais e são destinados para uma única galeria, onde se misturam, ocasionando fortes odores e desconforto. Em outras localidades, as águas das pias são despejadas na beira da sarjeta até encontrarem uma galeria pluvial. Nos casos mais graves, os esgotos são lançados diretamente no leito dos rios e igarapés alterando completamente suas características naturais (BORGES, 2006).

Em Manaus, o aumento das doenças por veiculação hídrica evidencia-se principalmente os períodos sazonais de maior intensidade de chuva, que correspondem aos meses de novembro a maio. Durante este período, as populações que ocupam as margens dos igarapés ficam mais vulneráveis ao contágio, pois a água misturada com os resíduos sanitários e sólidos depositados diretamente forma um ambiente propício para a proliferação dos agentes causadores das doenças (SANTOS, WAICHMAN e BORGES, 2003).

Segundo dados da Prefeitura de Manaus (2017), mais de 900 toneladas de lixo já foram retiradas dos igarapés da cidade nos dois primeiros meses do ano pela Prefeitura de Manaus. Essa modalidade de limpeza retira em média 23 toneladas por dia de lixo dos igarapés, a um custo de R\$ 900 mil por mês aos cofres públicos. Considerando relato do Secretário de Limpeza Pública, esse tipo de limpeza é uma das mais caras e pouco eficiente, pois as equipes precisam voltar aos igarapés constantemente para retirar mais lixo que se acumula novamente.

Considerando a necessidade da retirada dos resíduos sólidos dos cursos d'água, o Brasil registrou recentemente, algumas iniciativas, tais como Projeto Tigre (2014) com barreiras de contenção do lixo instaladas no Rio Tigre, em Erechim; Projeto EcoBarreira, Consiste na contenção do lixo flutuante lançado aos corpos hídricos, em pontos importantes de rios e lagoas, onde o material é recolhido e reciclado em cooperativas, inicialmente implantado na Baía de Guanabara (PEREIRA, 2010).

A proposta deste artigo está relacionada à implantação de barreiras físicas, mas em locais próximos a saída dos esgotos ou nos próprios emissários, para a retenção de sólidos grosseiros, analisando alguns materiais alternativos e sustentáveis que possam ser utilizados para compor as redes de contenção.

2. Caracterização da Bacia

Para o desenvolvimento dessa pesquisa, foi realizada pesquisa bibliográfica na temática de esgoto sanitário, caracterização da cidade de Manaus sobre o tema e busca de alternativas sustentáveis de tratamento ou até mesmo de separação de sólidos grosseiros.

Durante a pesquisa sobre as bacias hidrográficas de Manaus, os autores do presente artigo consultaram o material do projeto em andamento Estudos Hidrogeológicos das Regiões Urbanas e Periurbana de Manaus, que faz parte do Termo de Execução Descentralizada entre a CPRM e ANA, foi observado o Quarto Relatório Parcial do Projeto Estudos Hidrogeológicos de Manaus de Dezembro de 2018, que dentre outras temáticas descreve com detalhamento as bacias hidrográficas da cidade.

Por meio deste relatório, foi possível identificar uma área urbanizada da cidade, com presença de curso d'água, chamado de Igarapé do Quarenta, que tem um emissário ligado ao Rio Negro, tem sido assoreado, poluído e modificado. Próximo à saída desse emissário há acúmulo de lixo e retenção de efluentes, situações que podem impactar negativamente o ambiente e a bacia local.

Pinto *et al* (2009), relata que a microbacia do igarapé Educando tem como principal tributário o igarapé do Quarenta que drena áreas densamente povoadas desde suas nascentes até a foz. Em vista da ocupação residencial de suas margens e das atividades industriais em seu entorno, transforma-se em receptor de resíduos domésticos e industriais.

A cidade de Manaus é possui inúmeros igarapés que passam por vários bairros de diferentes zonas da cidade. Na zona sul encontra-se o bairro do Educandos, um dos mais antigos e de maior concentração urbana, além de zonas comerciais e industriais no centro da cidade. Este bairro é entrecortado por uma bacia hidrográfica que tem os seus principais mananciais os igarapés dos Educandos, Mestre Chico e Quarenta e que deságua no rio Negro e que banha a cidade de Manaus (OLIVEIRA *et al*, 2003).

A bacia do Igarapé do Quarenta (Figura 1) está localizada inteiramente dentro da área urbana da cidade, e o curso d'água principal possui extensão de 13,01 km, sendo que grande parte de sua extensão está canalizado. A bacia possui área de drenagem de 44,66 km², com perímetro da bacia de 51,56 km.

Por meio do Projeto Estudos Hidrogeológicos foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas de três amostras coletadas (Figura 1) ao longo do igarapé do Quarenta. O Quadro 1 apresenta alguns dos os resultados das análises de qualidade da água

superficial no igarapé do Quarenta, realizadas no laboratório de Análises Mineraias da CPRM, Lamin.

A bacia hidrográfica do igarapé do Quarenta é uma região bastante ocupada, possui uma população de 332 mil habitantes para 45 km², um dos bairros com maior densidade demográfica para bacia é o Educandos com 19 mil hab/km². Essa área corresponde uma das localidades estudadas nessa pesquisa. As principais atividades consideradas fontes potenciais de poluição para a bacia do Quarenta são: despejos de esgoto, indústrias, postos de abastecimento e de lavagem.

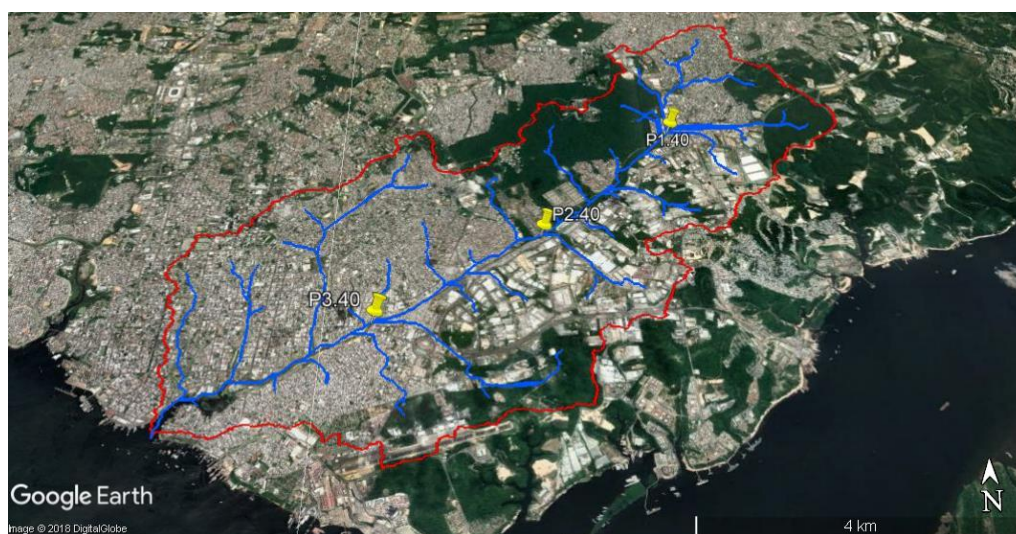


Figura 1: Bacia do Igarapé do Quarenta. Fonte: CPRM, 2018

Por meio do Projeto Estudos Hidrogeológicos, a área da bacia foi mapeada e foi possível identificar os principais usos do solo na região. A Figura 2 ilustra na forma de gráfico, o uso e ocupação do solo dessa bacia, nota-se que grande parte desta área foi urbanizada, comprometendo o sistema de drenagem natural das águas de chuva. Segundo Pinto *et al* (2009), a crescente ocupação urbana provocou a retirada da mata ciliar, assoreamento do leito e, conseqüentemente, transbordamento dos mesmos, quando ocorrem eventos pluviométricos de grande escala.

Analisando os resultados para os elementos químicos do Quadro 1, e comparando estes valores com os estipulados na Resolução do CONAMA n° 357 conclui-se que as concentrações da maioria dos elementos químicos analisados estão abaixo dos limites impostos pelas classes de enquadramento. No entanto, a concentração de alumínio foi superior ao estipulado pela referida resolução e igual a 0,2 mg.L⁻¹ para a classe 3. No igarapé do Quarenta os valores das concentrações de alumínio foram iguais a 0,356, 0,299 e 0,374 mg.L⁻¹, nos pontos P1 – 40, P2 – 40 e P3 – 40, respectivamente.

Quadro 1. Resultados da análise físico-química e bacteriológica da água superficial, em três seções ao longo do igarapé do Quarenta. Fonte: Adaptado de CPRM, 2018.

	P1-40	P2-40	P3-40	Observações
pH	6,6	6,6	6,7	Padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357 pH: 6,0 a 9,0. pH é alterado pelas concentrações de íons H ⁺ originados da dissociação do ácido carbônico, que gera valores baixos de pH e das reações de íons de carbonato e bicarbonato com molécula de água, que elevam os valores de pH para faixa alcalina (ESTEVES, 1998).
Condutividade (µS/cm)	288,3	267,2	281,4	Enquanto que as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 µS/cm, em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar a 1.000 µS/cm.
Cor aparente*	65,3	62,1	70,1	
Cor Real	36,6	32,6	30,1	Padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357 para a cor é de até 75 mg Pt L ⁻¹
Turbidez (u T)	11,1	10,6	12,1	Para turbidez até 40 Unidades Nefelométrica de Turbidez – UNT (Resolução CONAMA 357)
NH₃	11,0	12,0	11,0	
Na (mg.L⁻¹)	15,958	16,5690	18,3860	
Ni (mg.L⁻¹)	ND	0,0152	0,012	Segundo Roekens (1998) e Marques (1993) com relação à toxicidade do níquel na vida aquática, esta varia amplamente e é influenciada por fatores como pH, oxigênio dissolvido, etc. Na água, o metal é tóxico para plantas em concentrações de aproximadamente 500 µg.L ⁻¹ ; e afeta a reprodução de crustáceos da água doce, quando atinge cerca de 95 µg.L ⁻¹ , já em concentrações de 730 µg.L ⁻¹ é prejudicial à reprodução de pequenos peixes de água doce.
Al (mg.L⁻¹)	0,3558	0,2985	0,3739	Até 0,1 mg/L/Al (Resolução CONAMA 357)
Si (mg.L⁻¹)	7,0678	6,904	6,6987	
HCO₃⁻ mg.L	97,66	81,46	84,07	
Sr (mg.L⁻¹)	0,0494	0,0518	0,0527	
Zn (mg.L⁻¹)	<LQ	0,0489	0,0118	Pela Resolução do CONAMA n° 357 a concentração máxima de zinco para a classe 3 de enquadramento dos cursos d'água é igual a 5 mg.L ⁻¹ .
F⁻ (mg.L⁻¹)	0,2968	0,2956	0,3084	Fluoretos, sulfatos e nitrato que ficaram inferiores aos limites estipulados para as classes 1 a 3 que são iguais a 1,4 mg.L ⁻¹ , 250 mg.L ⁻¹ e 10 mg.L ⁻¹
NO₂⁻ (mg.L⁻¹)	0,1602	0,166	1,0737	
NO₃⁻ (mg.L⁻¹)	0,7484	1,0623	1,2733	
SO₄⁻ (mg.L⁻¹)	15,495 5	22,5367	22,7859	Pela Resolução CONAMA o limite máximo para os sulfatos é de 250 mg.L ⁻¹ , para as classes de 1 a 3.
Cl⁻ (mg.L⁻¹)	22,076 1	18,6562	21,2839	De acordo com a Resolução do CONAMA n° 357/2005 a concentração estipulada para as classes de 1 a 3 é 250 mg.L ⁻¹
PO₄³⁻ (mg.L⁻¹)	0,716	0,837	0,671	
Coliformes totais	10280/ 100 mL	5680/10 0 mL	7920/10 0 mL	Na avaliação da qualidade de águas naturais, os coliformes totais têm valor sanitário limitado. Sua aplicação restringe-se praticamente à avaliação da qualidade da água tratada (Funasa, 2014)
Coliformes termotolerantes	9520/1 00 mL	5216/10 0 mL	3912/10 0 mL	Variaram de 3.912 a 9.520/100 mL, de jusante para montante ao longo do igarapé. Assim na bacia do igarapé do Quarenta em nenhum ponto de amostragem é possível realizar qualquer tipo de atividade de contato secundário, confirmando a degradação da qualidade da água no igarapé

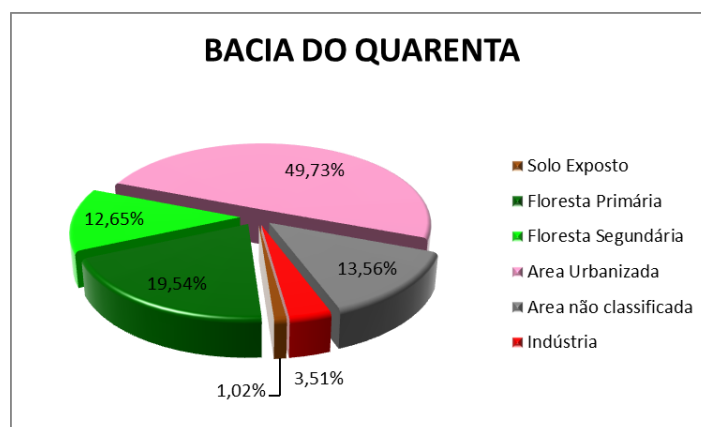


Figura 2: Bacia do Igarapé do Quarenta. Fonte: CPRM, 2018

Quanto aos coliformes termotolerantes, por meio do Quadro 1, é possível visualizar que o Igarapé do 40 nos pontos analisados não atende a Resolução CONAMA nº 357/2005 expõe que o curso d'água de classe 3 deve apresentar a seguinte condição, de qualidade: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80%. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80%. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. Tal situação pode ser compreendida ao analisar o sistema de esgoto da cidade de Manaus.

Segundo informações da empresa de saneamento, Manaus Ambiental (2017) a rede coletora de esgoto possui uma extensão de 478 km, associadas a 60 estações de tratamento de esgoto e 51 elevatórias, subdividindo-se em dois sistemas: os Sistemas Integrados e Isolados para a captação de descarga líquida urbana. O sistema integrado abrange o centro da cidade e partes dos bairros Educandos, Morro da Liberdade, Santa Luzia e adjacências, sendo composto por redes coletoras, coletores troncos, Estações Elevatórias de Esgoto (EEEs), Estações de Pré-condicionamento (EPCs) que aflui ao emissário subfluvial que lança os efluentes no Rio Negro da seguinte forma: (i) na EPC ocorre uma etapa de gradeamento onde são retidos sólidos grosseiros a médios; (ii) posteriormente passa por um desarenador aonde se faz a retenção do material granular eventualmente presente no esgoto; (iii) o esgoto assim pré-condicionado é encaminhado para o emissário; (iv) o emissário segue por baixo da terra e no fundo do rio até atingir a área do lançamento; e (v) no último trecho do emissário encontram-se os difusores, por onde o esgoto é dispersado.

Atualmente existem duas estações de pré-condicionamento: a EPC Centro e a EPC Educandos. Ambas lançam os efluentes no emissário subfluvial que sai desde a EPC Educandos. Este conjunto, EPCs para Emissário, constitui a disposição final dos efluentes provenientes do sistema integrado.

Os despejos de esgotos domésticos, efluentes industriais e lixo, que possuem composição variada, podem alterar a caracterização das químicas e físicas das águas na foz dos igarapés e a jusante destes, bem como podem aumentar as concentrações dos metais nos cursos d'água (Pinto *et al*, 2009).

Contudo, para Scherer e Mendes Filho (2004), as águas servidas são lançadas diretamente no igarapé. As pesquisas indicam que 41% das casas despejam o lixo produzido nas águas do igarapé. Quando chove ou quando as águas sobem em face da enchente do Rio Negro as casas se tornam palafitas. Essas moradias são precárias, construídas sobre espelhos d'água ou em áreas sujeitas a inundações. Algumas são construções de alvenaria localizadas em talvegues secos de antigos igarapés ou em terrenos não alagadiços.

Mesmo com advento do Programa Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus - Prosamin, ter proporcionado a construção de conjuntos habitacionais e saneamento das áreas de Igarapés da Bacia do Quarenta, tal ação não foi suficiente para evitar novas ocupações irregulares, até mesmo nas mesmas áreas, como ilustra a Figura 3.



Figura 3: Contraste do conjunto habitacional do Prosamin e a ocupação irregular. Fonte: Queiroz, 2009.

Quando é citada a ocupação irregular em Manaus, na maior parte dos casos, a área habitada trata-se de invasão de margens de cursos d'água. Para Oliveira (2003), a partir dos anos setenta, houve a ocupação das margens dos vários igarapés da cidade de modo mais intenso. A seu modo “os igarapés indicaram os caminhos da penetração”. A título de ilustração, apresentamos as figuras 4 e 5, que podem chamar a atenção para o problema que contribui para a atual situação do saneamento da cidade.



Figura 4: Ocupação em margem de curso d'água, com direcionamento de águas servidas para o curso d'água. Fonte: Miranda e Ferreira, 2018.

3. Proposta de material e rede para tratamento preliminar de esgoto

Partindo da premissa que é necessário um novo olhar para as bacias hidrográficas densamente ocupadas, bem como uma maneira de proteger os cursos d'água do

lançamento de sólidos grosseiros, uma pesquisa sobre barreiras físicas acopladas aos emissários e canais, foi realizada, para verificar a possibilidade de adaptação dos sistemas existentes em outras localidades à realidade de Manaus, assim, por meio de uma consulta ao a um rede social intitulada Engenharia Moderna, descobriu-se um sistema de redes para sólidos grosseiros, projeto da cidade de Kwinana na Austrália (Figuras 5 e 6). Nessa cidade, foi utilizada na sua rede de drenagem, uma rede de polietileno de alta densidade (HDPE) que são flexíveis, resistentes ao impacto e à tração e com qualidade comercial duráveis, reutilizáveis e de fácil manutenção. Essa barreira física foi instalada para amenizar a descarga de lixo que é lançado na água impedindo que siga o curso de água e contamine rios e mares.

A empresa que comercializa a rede em material sintético, se chama *Storm Water Systems*, atua no fornecimento das redes para capturar poluentes brutos pequenos (5 mm), bem como materiais orgânicos (como folhas) que poderiam reduzir os níveis de fósforo e nitrogênio e é responsável pela retirada dos sólidos grosseiros com uso de guindaste montado em caminhão. Foi instalada em março de 2018 e as redes foram limpas três vezes e foi recolhido um total de 370 quilos de lixo. Os detritos mais encontrados foram garrafas, embalagens de comida e folhas de árvore, esses são reciclados e processados e os resíduos biodegradáveis são transformando em adubos. O preço foi de 20 mil euros de instalação e manutenção. Todo processo obteve sucesso na execução e estão buscando novos locais para a implantação de novas redes.



Figuras 5 e 6. Redes de coleta de sólidos grosseiros utilizadas na cidade de Kwinana na Austrália. Fonte: Storm Water Systems, 2018.

A rede utilizada no projeto da Austrália foi produzida em material sintético, como a cidade de Manaus, está localizada na Amazônia, pensou-se que algum material natural regional pudesse ser utilizado para a confecção das redes. Dentre os materiais pesquisados, destacou-se a fibra de Curauá (*Ananas erectifolius*), já pesquisada e desenvolvida como fibra pela Embrapa e 3M, como compósito para cimento (TEIXEIRA, 2015) e como rede pelos índios da Amazônia (FAPESP, 2004).

A fibra seca do curauá, uma planta amazônica da mesma família do abacaxi, lembra o sisal na aparência, tem como principal característica uma grande resistência mecânica que lhe dá, mesmo com uma espessura reduzida, capacidade de suportar tensões elevadas (FAPESP, 2004), se comparadas aos outros materiais regionais, tem melhor resistência e alongamento, como demonstra a Tabela 1, a qual foi incluído o detalhamento do material sintético, a título de comparação com as fibras vegetais.

O curauá é planta amazônica da mesma família do abacaxi (Figuras 7a e 7b). O curauá (*Ananas erectifolius*) pertence à divisão das Angiospermas, classe das Monocotiledôneas, ordem Farinosae e família Bromeliaceae (MEDINA, 1959). Distribuído nos Estados do Pará, Acre, Mato Grosso, Goiás e Amazonas, é cultivado principalmente por pequenos produtores da região do Lago Grande do Curauá, localizada no Município de Santarém, Pará, abrangendo cerca de 100 ha (TOMCZAK *et al.*, 2007). A principal característica do uso desta fibra é uma grande resistência mecânica que lhe dá, mesmo com uma espessura reduzida, capacidade de suportar tensões elevadas. Partindo dessa premissa a implantação desta fibra no mercado chega a ser comparada como uma substituta natural da fibra de vidro. De acordo com Rocha (2016), o curauá é uma planta que possui excelentes propriedades físicas, químicas e mecânicas, mais leves e resistentes que os polímeros (plásticos) convencionais, utilizados industrialmente e com resistência similar às fibras de carbono, de vidro e de titânio.



Figuras 7a e 7b: Planta e Fibra do Curauá. Fonte: www.researchgate.net.

Tabela 1. Caracterização físico-mecânica das Fibras vegetais e de Polietileno de Alta densidade. Adaptado de MARIENELLI *et al.*, 2008.

Fibra	Densidade (g/cm ³)	Alongamento (%)	Tensão na Ruptura (Mpa)
Juta	1,3	1,5-1,8	393-773
Fibra de Coco	1,2	3,0	175
Sisal	1,5	2,0-2,5	551-635
Curauá	1,4	4,2	890-42000
Polietileno de Alta Densidade	0,95	400-800	24-31

Na bacia do Quarenta, saindo do Educandos, há um canal para saída de esgotos muito semelhante aqueles do projeto da Austrália, contudo a parte da estrutura tem sido afetada pelos processos erosivos e deposição de resíduos, como ilustra a Figura 8. Desta forma, pensou-se em desenvolver uma rede, em forma de protótipo para a canalização da Figura 8, exemplificado na Figura 9. Também, foram projetadas como modelo experimental, as redes nas laterais dos igarapés onde são lançados os resíduos e nas áreas que mais sofrem com escorregamentos de talude, Figura 10. Uma das propostas seria adaptar as redes aos espaços existentes, diminuindo as intervenções e consequentemente, os custos. A própria comunidade poderia participar da produção das redes com a fibra de Curauá, uma vez que os envolvidos participem do processo, a probabilidade de preservação das redes aumenta. E o material coletado seria encaminhado para o aterro sanitário da cidade, por meio do serviço de limpeza pública já realizada na localidade.



Figura 8: Situação do canal na saída da ETE do Quarenta. Fonte: Autores.



Figuras 9 e 10: Protótipos das redes para coleta de resíduos grosseiros presentes no esgoto. Fonte: autores.

4. Conclusão

Diante da pesquisa apresentada, verificou-se a necessidade de mudança na configuração urbana das ocupações irregulares, principalmente em relação ao despejo de efluentes e resíduos sólidos nos cursos d'água, que ainda ocorre na Bacia do Quarenta em Manaus, como demonstrou a análise físico-química e bacteriológica dessa bacia.

No sentido de apresentar alternativas simples para as comunidades, bem como para o poder público adaptar nos sistemas existentes, este trabalho consultou materiais naturais regionais já utilizados para redes e tramas e considerou que o Curauá seria um material com grande possibilidade no uso de redes para coleta de sólidos grosseiros, adaptáveis ao tratamento preliminar de efluentes da referida bacia, em razão da resistência, durabilidade e condições de alongamento.

Por esta razão, essa pesquisa será continuada com o protótipo real da rede e simulação de aplicação em canais menores, uma vez que a cidade de Manaus continua com a

problemática de acumulação de resíduos em cursos d'água e necessita de novos rumos para a garantia do saneamento básico e sustentabilidade.

Referências

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETA. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014. 112 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]. Brasília: Poder Executivo, 18 Mar. 2005. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br>>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2008. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 15 de maio 2018.

BORGES, J.T. Saneamento e suas interfaces com os igarapés de Manaus. T&C da Amazônia, Ano IV, Número 9, Agosto de 2006, 8 p.

CPRM, SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Relatório parcial do projeto estudos hidrogeológicos das Regiões Urbana e Periurbana de Manaus. TED 02/2017 ANA. Relatório técnico. 2018, 274p.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: Interciência, 1988. 575p. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522007000400006>.

FAPESP, Pesquisa. Fibra para toda obra. In: Revista Pesquisa Fapesp, 2004, Edição 104. Disponível em:< <http://revistapesquisa.fapesp.br/2004/10/01/fibra-para-toda-obra>>. Acesso em 28 de dezembro de 2018.

MANAUS AMBIENTAL. Relatório Anual de Qualidade da Água 2017. Disponível em: <<http://www.manausambiental.com.br>>. Acesso em: 01/12/2018.

MEDINA, J. C. Plantas Fibrosas da Flora Mundial, Instituto Agrônomo de Campinas, 1959. 787-792 p.

OLIVEIRA, JOSÉ ALDEMIR et al. Cidade de Manaus: visões interdisciplinares. Manaus: Editora da Universidade do Amazonas – EDUA, 2003.

OLIVEIRA, JOSÉ ALDEMIR. Manaus de 1920 a 1967: cidade doce e dura em excesso. Manaus: EDUA; Valer, 2003.

PEREIRA, M. F. C. Política Socioambiental: Construindo o conceito através do Projeto EcoBarreiras. Dissertação de Mestrado: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2010. 85p.

PINTO, A. G. N; HORBE, A. M. C; SILVA, M. S. R; MIRANDA, S. A. F; PASCOALOTO, D; SANTOS, H. M. C. Efeitos da ação antrópica sobre a

hidrogeoquímica do rio Negro na orla de Manaus/AM. In: Acta Amazônia, Vol. 39(3) 2009: 627 – 638.

PORTAL DE NOTÍCIAS G1. Mais de 1,8 mil toneladas de lixo foram retiradas de Igarapés de Manaus em 2017. Disponível em <<https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/mais-de-18-mil-toneladas-de-lixo-foram-retiradas-de-igarapes-de-manaus-em-2017.ghtml>>. Acesso em 22 de dezembro de 2018.

PREFEITURA DE MUNICIPAL DE MANAUS. Prefeitura tira 900 toneladas de lixo de Igarapés em dois meses. 07/03/2017 13h37. Disponível em: <<http://www.manaus.am.gov.br/noticia/prefeitura-tira-900-toneladas-de-lixo-de-igarapes-em-dois-meses>>. Acesso em 22 de dezembro de 2018.

PROJETO TIGRE (2014). Barreiras de contenção de lixo recebem melhorias. Disponível em <<http://projetoriotigre.blogspot.com/2014/07/barreiras-de-contencao-de-lixo-recebem.html>>. Acesso em 22 de dezembro de 2018.

ROCHA, J. S; CAMARA, V. M. O; PONTES, C. L. F; BESSA, T. M. F; RAMOS, K. B. L. Confecção de próteses ortopédicas com fibras vegetais de espécies nativas da Amazônia. FIEPA, Belém- PA,2016.

SANTOS, L.A.; WAICHMAN, A.V.; BORGES, J.T. Interface entre Saúde, Saneamento e Recursos Hídricos em Manaus – AM, no ano de 2000. CD-ROM. Anais do I Simpósio de Recursos Hídricos da Amazônia. Manaus, AM, 27 a 29 de agosto de 2003.

SCHERER, E; MENDES FILHO, I. Injustiça ambiental em Manaus. In: II Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação, Indaiatuba. 2004.

STORM WATER SYSTEMS. StormX Netting Trash Trap. Disponível em: <<http://stormwatersystems.com/stormx-netting-trash-trap>>. Acesso em: 26/12/18 às 16:41h.

TEIXEIRA, R. S. Efeito das fibras de curauá e de polipropileno no desempenho de compósitos cimentícios produzidos por extrusão. Tese de Doutorado, São Carlos, SP. 2015, 149 p.

TOMCZAK, F.; SATYANARAYANA, K.G.; SYDENSTRICKER, T.H.D. Studies on lignocellulosic fibers of Brazil: Part III – Morphology and properties of Brazilian curauá fibers. In: Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, v.38, p. 2227-2236, 2007.

TRATA BRASIL, INSTITUTO. Ranking do Saneamento. 2018. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking-2018/realatorio-completo.pdf>>. Acesso em: 01/11/2018.