

Eixo Temático ET-02-007 - Saneamento Ambiental

**DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS E USO DE TÉCNICAS DE
GEOPROCESSAMENTO PARA AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE
SANEAMENTO BÁSICO NO MUNICÍPIO DE MACAPÁ-AP**

Elivania Silva de Abreu¹, Izanilde Barbosa da Silva², Habila Yususf Thomas³

¹Cientista Ambiental - UNIFAP. elivani@hotmail.com; ²Mestranda em Energias Renováveis - UFPB. iza.silva.ap@gmail.com; ³Mestrando em Energias Renováveis - UFPB. habilayusufthomas@yahoo.com.

RESUMO

O objetivo da presente pesquisa foi estudar a drenagem de águas pluviais como uma componente relevante do saneamento básico em Macapá-AP. As etapas metodológicas de investigação são resumidas da seguinte forma: a) coleta de dados socioeconômicos e parâmetros estruturantes e não estruturantes que compõem os indicadores de qualidade da drenagem e sítios de alagamento; b) tabulação e análise estatística descritiva e análise multivariada dos dados que compõem o sistema de drenagem; c) aplicação de técnicas de geoprocessamento para confecção de mapas temáticos, tais como sítios de alagamento, presença ou ausência de estruturas básicas que compõem a rede de drenagem urbana; d) integração entre parâmetros socioambientais e sistemas de drenagem a partir dos mapas temáticos. Foram identificados indicadores de qualidade da drenagem e sua relação com as condições sanitárias específicas, tais como áreas susceptíveis a alagamentos, resultando na aplicação de questionários em 103 residências distribuídas aleatoriamente em 24 bairros na área urbana de Macapá. No total foram avaliadas 26 variáveis socioeconômicas e sanitárias independentes e uma variável principal, "opinião", dependente, para representar a "percepção. Resultou na formação de cinco grupos amostrais com elevada similaridade, os quais foram interpretados à luz da Lei Federal nº 11.445/2007 do Saneamento Básico, no qual os resultados impõem que a dimensão drenagem, como componente do saneamento básico é consequência da inefetividade das políticas públicas setoriais no Estado. Este fato confirma a hipótese de que as condições do sistema de drenagem, como componente do saneamento básico nos bairros de Macapá, apresentam-se extremamente precárias, independentemente das condições socioeconômicas identificadas pela maioria das variáveis independentes estudadas.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Percepções; Condições socioambientais.

ABSTRACT

The objective of this research was to study rainwater drainage as a relevant component of basic sanitation in Macapá-AP. The methodological stages of research are summarized as follows: a) collection of socioeconomic data and structuring and non-structuring parameters that make up the indicators of drainage quality and flooding sites; b) tabulation and descriptive statistical analysis and multivariate analysis of the data that compose the drainage system; c) application of geoprocessing techniques for making thematic maps, such as floodplain sites, presence or absence of basic structures that make up the urban drainage network; d) integration between socioenvironmental parameters and drainage systems based on thematic maps. Quality of drainage indicators and their relationship with specific sanitary conditions, such as areas susceptible to flooding, were identified, resulting in the application of questionnaires in 103 residences randomly distributed in 24 neighborhoods in the urban area of Macapá. In total, 26 independent socioeconomic and health variables were evaluated and a main variable, "opinion",

was used to represent "perception." It resulted in the formation of five sample groups with high similarity, which were interpreted in light of Federal Law 11.445/2007, which confirms the hypothesis that the conditions of the drainage system, as a component of basic sanitation, is a consequence of the ineffectiveness of the sectoral public policies in the State, in Macapá neighborhoods, are extremely precarious, independently of the socioeconomic conditions identified by most of the independent variables studied.

Keywords: Geoprocessing; Perceptions; Socio-environmental conditions.

INTRODUÇÃO

O termo drenagem urbana envolve uma visão moderna do manejo do escoamento no tempo e no espaço, possibilitando a conexão dos recursos hídricos em determinada bacia hidrográfica e das águas urbanas. Segundo Silveira *et al* (2009), é importante reforçar a necessidade de se pensar a drenagem urbana como parte de um sistema de gestão e não apenas como algumas obras de controle de enchentes que são definidas após a constatação de algum problema.

Tucci (1993) sugere que algumas das soluções eficazes de drenagem urbana dependem dos seguintes fatores:

a) políticas públicas para o setor com objetivos claros para serem alcançados e os meios (legais, institucionais, técnicos e financeiros) para alcançá-los;

b) a existência de um zoneamento ecológico econômico ou política para a ocupação do solo urbano, integrada com a política de drenagem urbana que, no caso do Amapá, merecem atenção as várzeas e áreas de ressacas;

c) um processo de planejamento que levem em consideração o curto, médio e longo prazos além de toda a extensão da bacia de drenagem em sua complexidade e interação com o meio ambiente. Por exemplo, os problemas de abastecimento de água e saneamento são responsáveis por aproximadamente 80% de todas as doenças de origem hídrica e mais de um terço das mortes em países em desenvolvimento, são causadas pelo consumo de água contaminada (HESPANHOL, 2002).

Fernandes et al. (2012) complementam esta hipótese descrevendo que as águas pluviais transportam diferentes poluentes, tanto orgânicos quanto inorgânicos, os quais podem ser divididos em seis grupos específicos:

a) **sólidos suspensos**, oriundos de fontes como pavimentos, sítios de construção ou zonas de trabalhos de reabilitação de vias, precipitação de partículas sólidas da atmosférica (precipitação seca), resíduos antropogênicos.

b) **metais pesados**, principalmente Cu, Zn, Cd, Pb, Ni e Cr, oriundo de partes e componentes de veículos, desgaste de pneus, óleos lubrificantes, sinalização de tráfego e estruturas metálicas de vias e estradas, além da indústria por causa dos efeitos tóxicos;

c) **micropoluentes orgânicos**, tais como o PAH, PCB, MTBE, produtos endócrinos de desregulação endócrinas, produtos químicos de combustão incompleta de combustíveis fósseis, abrasão de pneu e pavimento de asfalto, ésteres, materiais de plástico urbanos de construção;

d) **microrganismos patogênicos**, tais como coliformes totais, *Escherichia coli*, oriundos de gatos, cães e pássaros;

e) **nutrientes nitrogenados e fosforados**, tais como Nitrogênio Total N-Kjeldahl, NO₂ e NO₃, Fósforo Total-P, Fósforo solúvel-P, os quais são transportados ou se precipitam da atmosfera causando não somente o processo de eutrofização mas também descoloração da água, odores, liberação de substâncias tóxicas e supercrescimento de plantas.

Segundo RAMOS (1999), o sistema de drenagem deve fazer parte do conjunto de melhoramentos públicos existentes em uma área urbana, assim como as redes de água, de esgotos sanitários, de cabos elétricos e telefônicos, além da pavimentação das ruas, guias e passeios, parques, áreas de lazer, entre outros, merecendo atenção especial devido sua grande

repercussão no ambiente e na saúde da população, além dos seus respectivos vínculos com o ordenamento territorial.

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2008) no processo de construções de cidades, o sistema de drenagem se sobressai como um dos mais sensíveis dos problemas causados pela urbanização, tanto em razão das dificuldades de esgotamento das águas pluviais como devido à interferência com os demais sistemas de infraestrutura, além da retenção da água na superfície do solo, surgem diversos problemas que afetam diretamente a qualidade de vida desta população.

Algumas cidades da América do Sul construíram redes de esgoto, mas evitaram rede de drenagem, reduzindo a poluição doméstica e a consequência foram as inundações frequentes, já no Brasil o cenário é o contrário, ou seja, drenagem sem rede de esgoto contribuindo para a poluição doméstica e industrial contaminando as fontes de água.

Portanto, o gerenciamento de sistemas de drenagem tem um papel fundamental no processo de urbanização da cidade e para o saneamento básico e ambiental (NUVOLARI *et al*, 2005). Além disso, esta componente está prevista na Lei nº. 11.445/2007 (BRASIL, 2007), pois "o saneamento básico é um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas".

Segundo Fernandes *et al* (2012), os fatores que mais afetam o gerenciamento do sistema de águas pluviais são: Geofísicos, legislação e condição social, fatores técnicos e econômicos e controles das fontes de águas pluviais.

Quando o crescimento das cidades ocorre de maneira desordenada tende a provocar alterações profundas no meio ambiente ao ponto dos sistemas de drenagem necessitarem de significativas modificações para controlar seus efeitos deletérios, como as enchentes e os frequentes problemas de poluição dos centros urbanos. Como resultado, grandes áreas urbanizadas tornam-se impermeáveis à medida que a urbanização avança, ocasionando a elevação do volume de escoamento superficial das águas pluviais e, conseqüentemente, gerando enchentes e deslizamentos com maior frequência nas épocas de chuvas (SILVA, *et al.*, 2013).

Na cidade de Macapá, os serviços de drenagem das águas pluviais são de responsabilidade da Secretaria Municipal de Urbanismo (SEMUR). O sistema de drenagem apresenta duas classificações: sistema de microdrenagem e macrodrenagem. O primeiro trata-se de coleta e afastamento de águas da chuva por meio de pequenas e médias galerias. E o segundo compreende galerias de grande porte e os corpos receptores como canais e rios canalizados (SANTOS, 2012).

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar empiricamente um conjunto de 27 variáveis socioambientais relacionadas com os aspectos socioambientais e de saneamento ambiental concernentes ao sistema de drenagem da zona urbana de Macapá-AP. Com estes objetivos foram realizadas coletas de dados primários a partir de entrevistas aos moradores em suas residências. Foram utilizados questionários fechados para avaliar os principais aspectos da componente drenagem na zona urbana de Macapá-AP.

A principal indagação da pesquisa foi compreender em que nível os cidadãos de Macapá avaliam a qualidade geral do sistema de drenagem e de águas pluviais e suas respectivas conexões com o saneamento ambiental. Este questionamento está relacionado com a necessidade de estudos específicos sobre a componente drenagem urbana nas políticas públicas regionais na Amazônia, cujos estudos se mostram escassos e pouco representativos para cada localidade em nível regional.

A principal hipótese ao problema levantado foi a seguinte: os cidadãos macapaenses dispõem de poucas informações para avaliarem a importância do sistema de drenagem em Macapá, a qual apresenta indicadores sanitários extremamente baixos (SANTOS, 2012). Mas suas respostas variam de acordo com a tipologia de bairro e da infraestrutura geral disponível do sistema drenagem urbana em seus respectivos bairros e condição socioambiental. Desta forma, buscou-se avaliar como varia esta percepção dos cidadãos quanto aos problemas de drenagem no município de Macapá.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar empiricamente um conjunto de dados primários com base em formulários de questionários fechados sobre a componente drenagem na zona urbana de Macapá-AP, utilizando-se as seguintes variáveis: Pontos de alagamentos, tubulações de águas pluviais, condições asfálticas, estrutura de boca de lobo, meio fio.

Fonte de dados

A presente investigação consistiu de pesquisas bibliográficas primárias e secundárias em artigos, livros, teses e dissertações sobre o assunto em questão, para avaliar a situação do manejo das águas pluviais no município, uma vez que um destaque importante do estudo foram as zonas críticas e de alagamentos.

No segundo momento foram aplicados questionários com perguntas fechadas sobre os serviços de saneamento e drenagem, sendo que para o escoamento das águas da chuva foi considerado com base no uso de técnicas de geoprocessamento especialmente das zonas mais afetadas, com menor índice de infraestrutura e sua relação com outros aspectos do saneamento ambiental, tais como esgoto sanitário, abastecimento de água e disposição de resíduos sólidos.

Processamento de dados

O processamento dos dados aconteceu no terceiro momento, onde foram realizadas visitas *in loco* para fazer registros fotográficos e aplicar os questionários, bem como verificar a real situação enfrentada pelos moradores. Os dados levantados foram tabulados em planilhas do Excel e posteriormente foram cruzados com os dados oficiais da Defesa Civil Estadual sobre as vias que apresentam drenagem e sua relação com o período chuvoso. Basicamente os softwares utilizados foram o ArcGIS 9.3, para a geração de mapas temáticos, bem como o uso do software GPS TrackMack para georreferenciamento dos dados. Foram empregadas duas metodologias do tipo descritivo e qualitativo, onde a variável mais importante foi a opinião da população com relação à drenagem e também a identificação dos principais pontos críticos e de alagamentos.

Área de estudo

A localização da área de estudo é a capital do Estado do Amapá. Esta está localizado no extremo norte do Brasil e ocupa uma área de 143.000 km², localizado no extremo norte do país, com 437.225 habitantes, sendo que 60% da população vivem na cidade. O estudo foi realizado no município de Macapá (Figura 1), localizado na região sudeste do estado, com latitude norte 00° 02' 25" e longitude oeste 51° 03' 13", com uma altitude aproximada de 17 metros acima do nível do mar (AMAPÁ/SEINF, 2005).

De acordo com o censo 2010 do IBGE, o total da população é de 398.204 habitantes. O município é dividido em área urbana e rural, entretanto, o estudo foi realizado na área urbana abrangendo vinte e cinco bairros os quais pode ser observado na (Tabela 1) os bairros e o número de questionários aplicado em cada bairro.

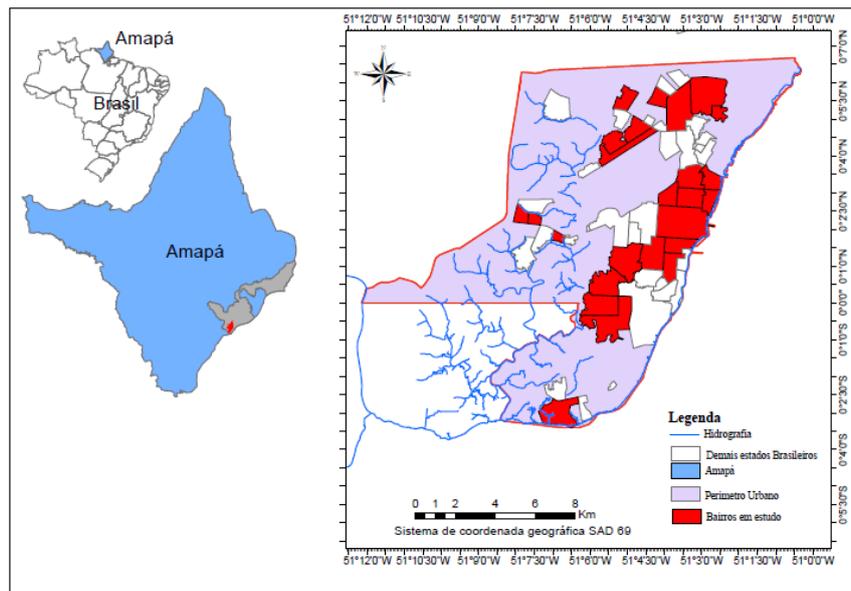


Figura 1. Localização da área de estudo. Elaboração: ABREU, 2016 -Programa ArcGIS, versão 2010. Fonte: IBGE, 2010.

Tabela 1. Distribuição dos questionários aplicados em cada bairro. Fonte: Abreu (2016).

Nº	Bairros	Número de questionários por bairro	Nº	Bairros	Número de questionários por bairro
1	Brasil Novo	4	14	Loteamento Açai	1
2	Beírol	6	15	Marabaixo	1
3	Buritizal	3	16	Marabaixo I	3
4	Cabralzinho	1	17	Novo Buritizal	13
5	Central	3	18	Novo Horizonte	3
6	Cidade Nova I	1	19	Pacoval	5
7	Congos	6	20	Parque dos Buritis	2
8	Fazendinha	5	21	Perpétuo Socorro	4
9	Infraero II	8	22	Santa Rita	3
10	Jardim Felicidade	8	23	Trem	2
11	Jesus de Nazaré	1	24	Universidade	3
12	Lago da vaca	3	25	Zerão	11
13	Laguinho	2			

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os sistemas de microdrenagem existentes compreendem vinte e três bairros, e os de macrodrenagem são oito canais, com dois naturais e seis retificados (Tabela 2). Como mostra a

Figura 2, os canais naturais são assim denominados em razão de não terem sofrido influências humanas, ou seja, são canais que têm suas propriedades e curvas definidas pela própria natureza. Os retificados (Figura 3), diferentes dos naturais, possuem intervenção humana, suas margens normalmente são em linha reta feito em concreto (SANTOS, 2012).

Tabela 2. Canais naturais e retificados do município de Macapá. Créditos Figuras 2 e 3, Abreu (2016). Fonte: Portilho (2010).

Canais	Tipo	Extensão	Fotos representativas
Novo Horizonte		5km	Figura 4 Bacia de acumulação das Pedrinhas
Igarapé da fortaleza	Natural	26km	
Pedrinhas		1.800m	
Jandiá	Retificado e Natural	2.220m	Figura 5 Canal Mendonça Júnior
Perpétuo Socorro		2.230m	
Mendonça Júnior		930m	
Santa Inês	Retificado	1.100m	
Beirol		180m	
Nova Esperança		2.930m	
		1.100m	

Quanto aos sistemas de macro-drenagem são constituídos, em geral, por canais aberto ou de contorno fechado de maiores dimensões, também verificou-se a existência de canais naturais e retificados e a falta de manutenção de alguns canais naturais que sofrem influências direta da população com o despejo de resíduos.

A avaliação sobre a existência dos sistemas de drenagem das águas pluviais da área em estudo teve início a partir da microdrenagem, considerado como coletor de águas pluviais composto pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo rede de galerias de águas pluviais e são canais de pequenas dimensões, responsáveis pela coleta e transporte das águas pluviais até o ponto de lançamento que podem ser canais, córregos e rios (RAMOS, CÂMARA, et al., 1999). Durante a pesquisa observou-se muitas deficiências estruturais e não-estruturais (Figura 4).



Figuras 4. a - Falta de drenagem no bairro do Zerão; b- Falta de drenagem no bairro Novo Horizonte. Fonte: Abreu (2016).

Com o crescimento das cidades na década de 1970, muitas cidades que tinham suas capacidades de microdrenagem não era problema, pois encontrava-se um rio para a macrodrenagem. A medida que a população impermeabiliza o solo e acelera o escoamento por meio de condutos e canais, a quantidade de água que chega ao mesmo tempo no sistema de drenagem aumenta, produzindo inundações mais frequentes do que as que existiam quando a superfície era permeável, provocando como o aumento no volume de águas que chega ao mesmo tempo no sistema e a capacidade não suporta provocando as inundações.

Quanto ao levantamento geoespacial dos pontos críticos e de alagamentos, os bairros em estudo apresentaram áreas alagadas e em condições para novos eventos de alagamentos, em razão de obstruções ao escoamento das águas pelos canais existentes com aterro, resíduos sólidos, pontes, entupimentos em conduto e assoreamento, o serviço de limpeza nessas áreas é realizado de maneira precária e sem uma periodicidade necessária para manter o ambiente em condições adequadas (Figuras 5 e 6).

A falta de saneamento básico nas cidades tem como consequências, impactos sociais, econômicos e ambientais, principalmente, à saúde da população. Destaca-se em meio a esses problemas o deficiente sistema de drenagem urbana na maioria das cidades. Um efeito causado por essa deficiência são as inundações, cheias, alagamentos que surgem em várias áreas durante o período de chuva. Nos alagamentos, o extravasamento das águas está relacionado à drenagem deficiente, que dificulta a vazão das águas acumuladas, do que das precipitações locais (ALMEIDA e COSTA, 2014).

As inundações estão relacionadas com a dificuldade da infiltração natural nos solos urbanos devido à compactação e impermeabilização, pavimentação de ruas e construção de calçadas, reduzindo a superfície de infiltração, bem como a crescente ocupação das áreas de ressacas que são consideradas como canais naturais, ou seja, receptoras das águas pluviais (PORTILHO, 2010).

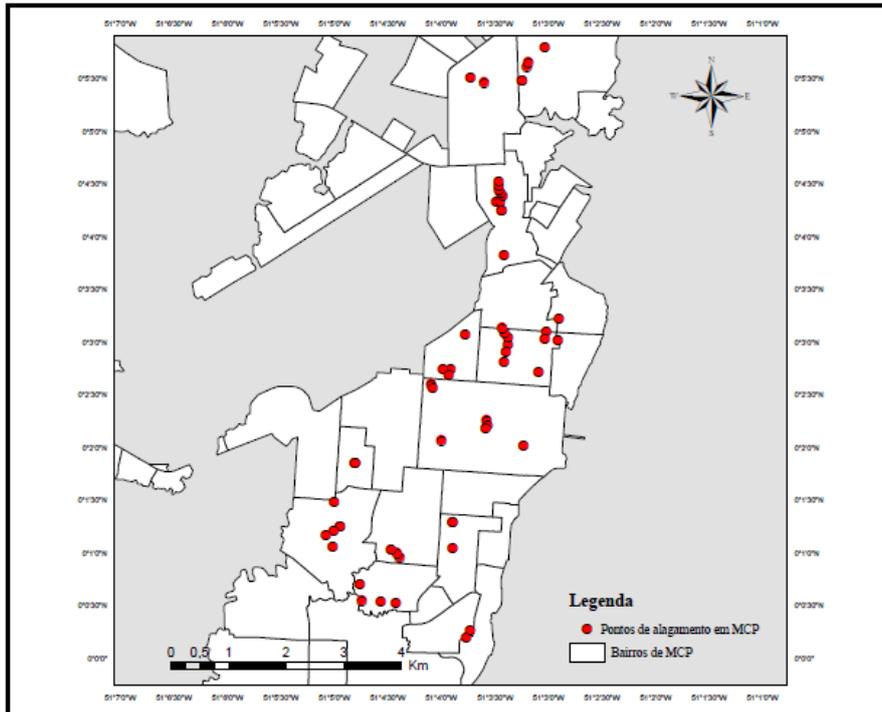


Figura 5. Pontos de alagamento em Macapá. Elaboração: Abreu (2016) - Programa ArcGIS, versão 2010. Fonte: IBGE (2010), Almeida; Costa (2014).



Figura 6. Alagamento na Rua Santa Catarina, no bairro Santa Rita – Macapá. Fonte: Abreu (2016).

No entanto, os serviços de saneamento ambiental é um conjunto de ações voltadas para proporcionar níveis crescentes de salubridade ambiental à população e podem ser avaliados por indicadores ambientais. Tais ferramentas se usadas de maneira adequada podem produzir uma série de efeitos positivos em termos de bem-estar e saúde (BATISTA;SILVA, 2006).

Nos estudos de Silva (2013) no sistema de drenagem de uma cidade, os canais exercem a função primordial de conduzir as águas originadas da pluviosidade até o curso de rios ou bacias hidrográficas próximas, impedindo assim, que haja acúmulo de água da chuva nos ambientes urbanos e as consequências por vezes desastrosas deste.

A Figura 7 representada pela análise de cluster (dendograma). Este dendograma também pode ser apresentado como uma síntese integrada das variáveis, isto é, representante das principais variáveis relacionadas com a estrutura ou serviços de saneamento básico em Macapá.

Observando cada unidade amostral dentro dos quatro retângulos respectivamente na figura. Mas se esta afirmação é verdadeira, explica os motivos pelos quais quase todos os coeficientes betas ($y = bx+a$) não foram significativos para explicar a variação da opinião dos entrevistados.

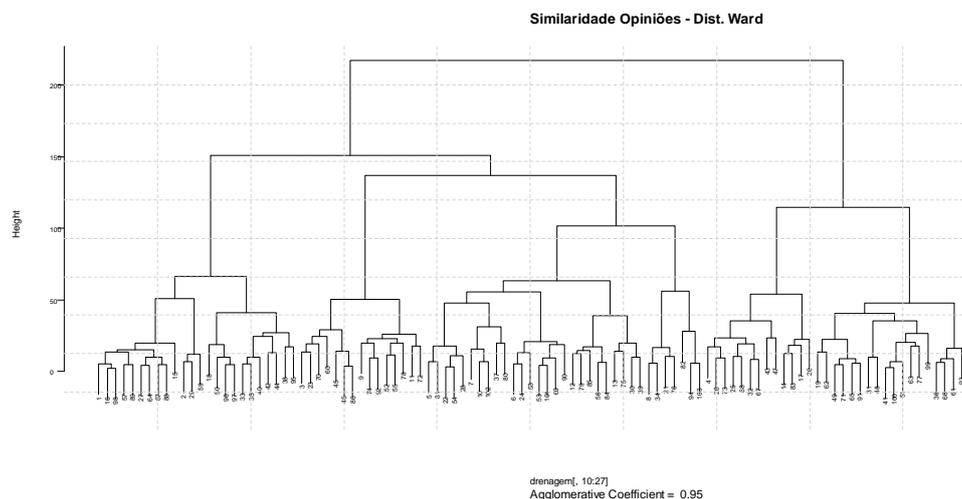


Figura 7. Dendograma – Análise de Cluster incluindo todas as variáveis independentes ou dependentes em relação ao sistema de drenagem urbana de Macapá. Elaboração dos autores. Fonte: Abreu (2016).

Além disso, na Figura 7, em termos gerais, se observou um elevado grau de similaridade ou semelhança das respostas (coeficiente aglomerativo = 0,97), ou dentro dos conjuntos das variáveis, de modo que a técnica de agrupamento identificou apenas quatro conjuntos amostrais, e a hierarquização dos conjuntos parece não ser definitivamente confiável ($p > 0,05$), muito provavelmente devido à aleatoriedade das respostas desconexas das suas variáveis independentes.

CONCLUSÕES

Infraestrutura de saneamento em regiões urbanizadas se apresentam em diferentes níveis de desenvolvimento e a percepção social em relação aos sistemas de drenagem não tem aparentemente sido percebida pela sociedade amapaense, que a avalia apenas como razoável. Neste sentido, a literatura da área registra que em vários países e regiões do mundo, há uma evidente heterogeneidade quando se analisar a falta de estudos sobre águas pluviais urbanas.

Os serviços de saneamento no Município de Macapá são extremamente deficientes, assim como os da maioria dos estados brasileiros. A falta de planejamento urbano por parte do poder público tende a agravar o problema da deficiência na área de saneamento, e a componente drenagem urbana de águas pluviais é um dos mais graves.

Como o saneamento deve ser considerado um instrumento básico importante ao desenvolvimento, percebe-se uma visível ausência de mecanismos de planejamento e controle deste setor na cidade de Macapá. Mas, a mais importante conclusão é sobre a percepção dos cidadãos macapaenses sobre o sistema de drenagem da capital. Como foi observado na análise, a melhor avaliação (*scores* variando entre 0 (mínimo) a 10 (máximo), o valor médio das respostas foi da ordem 3,14. Além de ser uma dimensão do saneamento básico mal avaliada ou pouco percebida pela população, há poucas perspectivas de que esse estado ou situação mude no curto prazo.

Por assim dizer, o entendimento sobre a gestão das águas pluviais e sistemas de drenagem deve ser observado como uma oportunidade para o desenvolvimento e melhoria das condições sanitárias e social das populações. Contudo, requer um amplo conhecimento e vislumbrar uma perspectiva de participação dos diferentes atores e cidadãos que vivem na área urbana. Esta participação social elevaria o nível da qualidade das decisões de gerenciamento das águas pluviais, incorporando-as um pouco mais nas discussões sobre projetos sanitários. Mas isto requer tempo e visão holística e sistêmica sobre os problemas que ocorrem nos sistemas de drenagem em áreas urbanas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. S. D.; COSTA, I. T. D. **A drenagem urbana das águas pluviais e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública no Município de Santana**. Fundação Universidade Federal do Amapá. Macapá. 2014.
- AMAPÁ/SEINF, G. D. E. D. **Programa de melhoria de qualidade ambiental urbana do Amapá**. Macapá. 2005.
- BATISTA, M. E. M.; SILVA, T. C. D. O modelo ISA/JP - Indicador de performance para diagnóstico de saneamento ambiental urbano. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 11, 2006.
- BRASIL. **Lei nº 11.445. Política Nacional de Saneamento Básico**. 2007.
- HESPAÑHOL, I. **Água e Saneamento Básico - Uma visão realista**. In **águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 2002. V. 2.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sinopse do Censo demográfico 2010. 2011.
- NUVOLARI, A. **Dicionário de Saneamento Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.
- PORTILHO, I. D. S. **Áreas de ressaca e dinâmica urbana em Macapá - AP**. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2010.
- RAMOS, C. L. et al. **Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no Município de São Paulo**. São Paulo: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, 1999.
- RAMOS, F. R. **Geoprocessamento aplicado ao estudo de indicadores de desenvolvimento e fluxos migratórios no Estado de São Paulo**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1999.
- SANTOS, L. F. P. D. **Indicadores de salubridade Ambiental (ISA) e sua aplicação para a gestão urbana**. Macapá: Dissertação de mestrado - Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-graduação em Direito Ambiental e Políticas Públicas, 2012..
- SILVA, A. J. R.; COSTA, C. L. D.; VIDAL, M. D. C. M. D. B. **O uso de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para identificação de áreas de ocupação urbana no entorno da Ressaca Lagoa dos Índios do Município de Macapá-AP**. Macapá: Fundação Universidade Federal do Amapá, 2006.
- SILVA, B. R. E.; PINHEIRO, H.; LOPES, D. D. Seleção de indicadores de sustentabilidade para avaliação do sistema de drenagem urbana. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 1, p. 30-44, 2013.
- SILVA, E. D. S.; ALBUQUERQUE, M. D. J. F. C. D. **Drenagem urbana de Macapá - AP: Um estudo em geografia da saúde**. Macapá: Fundação Universidade Federal do Amapá, 2013.
- SILVEIRA, G. L.; FORGIARINI, F. R.; GOLDENFUM, J. A. Taxa não é cobrança: uma Proposta para a Efetiva Aplicação do Instrumento de Gestão dos Recursos Hídricos para a

Drenagem Urbana. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 14, n. 4, p. 71-80, 2009.

TOSTES, J. A. **Planos diretores no Estado do amapá**: uma contribuição para o desenvolvimento regional. Macapá: Tostes, 2006.

TUCCI, C. E. M. **Água no meio urbano**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: Ciência e Aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade. ABRH: EDUSP Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 4).