

## **Delimitação das Bacias Hidrográficas e de Drenagem Natural da Cidade de Salvador**

**Maria Lúcia Politano Álvares, Diego Álvares, Helena Spinelli Álvares, Luiz Roberto Santos Moraes, Maria Elisabete Pereira dos Santos**

**Resumo** Este trabalho busca apresentar o estudo de delimitação das bacias hidrográficas de Salvador, com base no resultado da pesquisa “Qualidade Ambiental das Águas e da Vida Urbana em Salvador”, coordenada pelo Grupo Águas do CIAGS/EA, UFBA. Devido à existência de diversas delimitações das bacias hidrográficas do município, a pesquisa elaborou um estudo de delimitação das bacias para o qual foi criado um Fórum de Discussão composto de pesquisadores envolvidos no projeto, técnicos de órgãos municipais e estaduais, professores e alunos da UFBA, consultores em drenagem pluvial e recursos hídricos. O Fórum estabeleceu uma distinção de ordem conceitual entre as bacias hidrográficas e as bacias de drenagem natural, para o qual a bacia hidrográfica é uma unidade territorial delimitada por divisores de água, na qual as águas superficiais originárias de qualquer ponto da área delimitada pelos divisores escoam pela ação da gravidade para as partes mais baixas, originando córregos, riachos e rios, que alimentam o rio principal da bacia, que passam, forçosamente, pelos pontos mais baixos dos divisores e desembocam por um único exutório. A bacia de drenagem natural é uma região de topografia que não caracteriza uma bacia hidrográfica, podendo ocorrer veios d’água, que não convergem para um único exutório.

**Palavras-chave** Bacia Hidrográfica. Salvador. Unidade Ambiental Urbana.

**Abstract** This study aims to present the study of watershed delimitation of Salvador, based on the search result “Water and Environmental Quality of City Life in Salvador,” coordinated by the Water Group of Ciags / EA, UFBA. Due to the existence of several watershed boundaries of the city the research has developed a study of delimitation of the basins for which it was created a Discussion Forum composed of researchers involved in the project, technical of state and municipal bodies, teachers and students of the UFBA, consultants in pluvial drainage and water resources. The Forum established a distinction of conceptual order between watershed and natural drainage basins, for which the

watershed is a territorial unit bounded by water dividers in which surface water originating from anywhere in the area bounded by dividers drain by gravity to the lower parts, resulting in streams, creeks and rivers that feed the main river of basin, which pass, perforce, by the lowest points of the dividers, and flows through a single outlet. Thee natural drainage basin is a region of topography that does not characterize a watershed, can occur water veins, which do not converge to a single outlet.

**Keywords** Watershed. Salvador. Urban Environmental Unit

## INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo apresentar a metodologia e o resultado do estudo de delimitação das bacias hidrográficas do município de Salvador. O estudo foi desenvolvido a partir de três motivações principais: (1) a existência de diversas delimitações das bacias hidrográficas para o município; (2) compatibilizar o recorte das bacias com outras unidades de planejamento, viabilizando dessa forma a construção de unidades ambientais urbanas; e, (3) subsidiar a produção de indicadores sociais, econômicos, ambientais e político-institucionais.

A construção de um modelo de gestão sustentável das águas nos centros urbanos requer uma integração entre a “gestão dos recursos hídricos” – aproveitamento, conservação, proteção e recuperação da água bruta, em quantidade e qualidade – e a “gestão de serviços de saneamento ambiental” – serviços de abastecimento de água tratada, drenagem pluvial e coleta, tratamento e disposição final de esgotos sanitários – de forma que assegure a preservação, uso e recuperação dos corpos d’água, em condições satisfatórias para os múltiplos usos e de forma compatível com a capacidade de suporte do sistema. Atualmente, em termos legais, políticos e institucionais, trata-se de dois sistemas distintos, mesmo sendo o setor de saneamento ambiental um usuário dos recursos hídricos. O principal uso dos recursos hídricos em centros urbanos com alta concentração populacional é justamente o abastecimento de água, que se constitui em um dos maiores problemas do saneamento ambiental: o lançamento de efluentes sem tratamento nos corpos d’água.

Nos últimos quinze anos, com base em literatura especializada em gestão de recursos naturais e estudo de instituições, o setor de gerenciamento de recursos hídricos incorporou uma série de princípios e instrumentos de gestão comumente identificados com os preceitos de “boa governança”, destacando-se a criação de organismos colegiados de tomada de decisão, como os conselhos (nacional e estaduais) de recursos hídricos e os comitês de bacia, compostos por representantes do setor público, dos usuários públicos e privados e da sociedade civil organizada (BRITTO; JOHNSON, 2008).

Atualmente, tanto a União quanto todos os estados da federação e mais o Distrito Federal dispõem de legislação relativa à política e gestão de recursos hídricos. A Lei Federal nº 9.433/1997 instituiu em todo território nacional a política nacional de recursos hídricos

– que dentre seus principais componentes ressaltam-se os comitês de bacia, as agências de água, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos e os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, além dos órgãos públicos cujas competências relacionam-se com as águas nos três níveis de governo – e seu sistema de gestão com características de descentralização e participação e com base nas bacias hidrográficas como unidades territoriais. A Lei apresenta ainda novos paradigmas: (a) uso múltiplo das águas, com prioridade para o consumo humano e a dessedentação de animais; (b) a conceituação da água como bem de domínio público, dependente de outorga federal ou estadual; (c) a conceituação da água como recurso natural limitado, dotado de valor econômico e, como tal, passível de cobrança; e (d) a combinação de instrumentos técnicos (planos diretores, monitoramento, sistemas de cadastramento e informação), jurídicos (outorga), político-institucionais (comitês e conselhos) e econômico-financeiros (cobrança) (BRASIL, 1997). Dessa forma, a gestão sustentável da água privilegia os seguintes aspectos: i) as escalas institucionais e territoriais de gestão; ii) a construção da intersectorialidade; iii) a possibilidade de conciliar eficiência econômica e eficácia social; iv) os diferentes instrumentos de gestão das águas; e v) os instrumentos de controle da demanda da água bruta e de serviços urbanos de saneamento (água e esgoto) (BRITTO; JOHNSON, 2008).

## **METODOLOGIA DE DELIMITAÇÃO**

O estudo de delimitação das bacias hidrográficas é um subprojeto da Pesquisa Qualidade Ambiental das Águas e da Vida Urbana em Salvador. A necessidade de produzir indicadores georreferenciados sobre a qualidade ambiental das águas de Salvador, tendo a bacia hidrográfica como recorte territorial e como referência fundamental na construção de unidades ambientais urbanas para o planejamento e a gestão urbano-ambiental, trouxe consigo a necessidade de redelimitar as bacias hidrográficas do município, em virtude da existência de divergências identificadas em diferentes estudos quanto ao número de bacias e/ou seus limites, bem como a distinção de ordem conceitual entre bacias hidrográficas e bacias de drenagem. Além disso, o que se observava era uma dispersão de informações e falta de dados atualizados, no que se refere às populações de cada bacia, (densidade demográfica, taxa de crescimento demográfico, renda, educação e acesso aos serviços de saneamento ambiental), informações hidrológicas, fontes de poluição por tipo de atividade, uso e ocupação do solo, qualidade das águas, vazão e vegetação. E, finalmente, outro fator determinante na necessidade de redelimitação é a não inclusão das ilhas nos mapeamentos existentes.

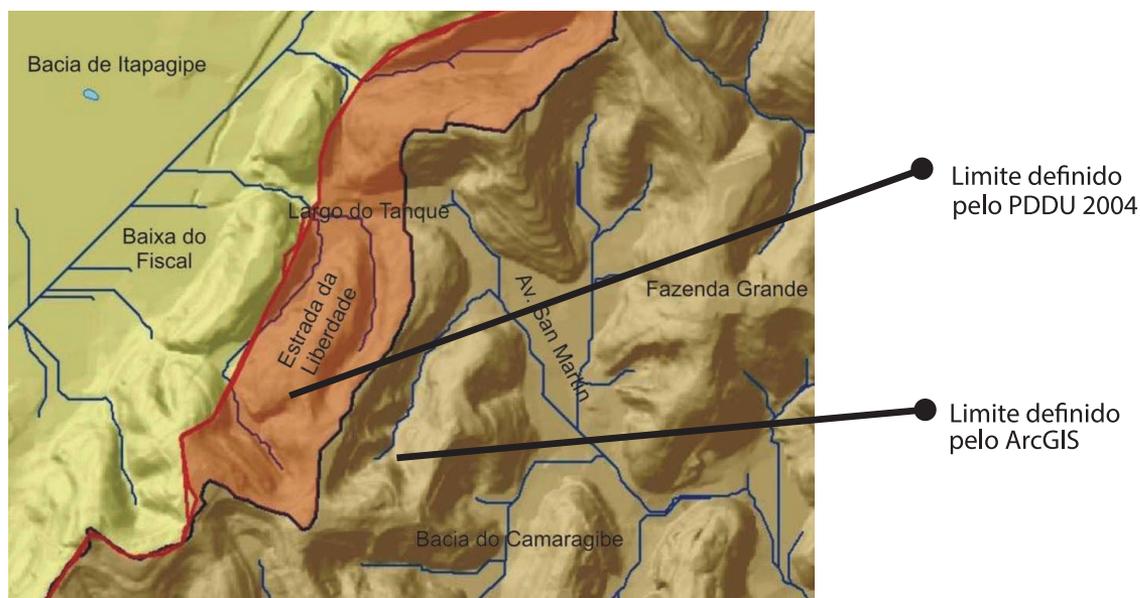
A atividade de redelimitação das bacias hidrográficas passou pelas seguintes etapas:

- revisão da literatura para fundamentação do estudo de delimitação e conceituação de bacia hidrográfica;
- preparação da base cartográfica de Salvador para a criação do modelo digital do terreno (MDT) referente à porção continental do município de Salvador;
- delimitação automática das bacias utilizando-se de sistemas de informação

geográfica, tomando como parâmetro uma delimitação sugerida pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Salvador-PDDU 2004 (Lei Municipal nº 6.586/2004, de 03 de agosto de 2004, que dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município do Salvador);

- análise e ratificação dos resultados iniciais para o qual foi realizado um estudo de campo para dirimir quaisquer dúvidas, em virtude de diferenças encontradas entre a delimitação sugerida pelo PDDU 2004 e o resultado da delimitação automática, conforme exemplificado na Figura 1;

**Figura 1** - Exemplo de Diferença Encontrada entre a Sugestão do PDDU 2004 e a Delimitação Prévia por Geoprocessamento (ArcGIS)



Fonte: Elaboração própria.

- criação de Fórum de Discussão composto de pesquisadores envolvidos no projeto, técnicos de órgãos municipais e estaduais como os, então, IMA e Ingá, a Conder, a Sema, a Sedham, a SMA, a Setin, as então Surcap e Sumac, professores e alunos da Universidade Federal da Bahia, consultores em drenagem pluvial e recursos hídricos e o público em geral, com a finalidade de discutir e validar os resultados do estudo da delimitação automática, da conceituação de bacia hidrográfica e bacia de drenagem, nomenclaturas e critérios para a fundamentação teórica deste trabalho, bem como apresentar as atividades executadas nas etapas anteriores;
- elaboração de simulações para a delimitação das bacias com base nas considerações levantadas no Fórum de Discussão, como subsídio para a determinação do arranjo final.

## DELIMITAÇÃO DAS BACIAS

Para a caracterização das bacias hidrográficas foi realizada uma revisão da literatura específica com o objetivo de encontrar a terminologia adequada que estabelecesse a diferenciação entre aquelas áreas em que as águas pluviais convergem para rios, córregos e demais cursos d'água e aquelas em que as mesmas são diretamente captadas pelo sistema de drenagem pluvial até seu lançamento no mar. Segundo Linsley e Franzini (1978, p.97),

denomina-se bacia hidrográfica a área de drenagem à montante de uma determinada secção no curso de água da qual aquela área é tributária; essa área, também chamada cumiada, é limitada por um divisor de águas que a separa das bacias adjacentes, que pode ser determinado nas cartas topográficas. As águas superficiais, originárias de qualquer ponto da área delimitada pelo divisor, saem da bacia passando pela secção definida pelo ponto mais baixo do divisor, por onde passa também, forçosamente, o rio principal da bacia. Em geral considera-se que o divisor das águas subterrâneas coincide com o das águas superficiais; entretanto essa coincidência não se verifica em todos os casos, e substancial parcela de água pode se escoar de uma bacia para outra, subterraneamente.

Não foram localizadas referências às áreas cuja drenagem lança direto no mar – que, no caso de Salvador, correspondem às regiões costeiras de topografia suave como a Península de Itapagipe e a faixa compreendida entre a Praia de Jaguaribe até o limite entre este município e Lauro de Freitas. Foi estabelecido pelo Fórum de Discussão que as áreas onde houvesse a presença de cursos d'água seriam referidas como *bacias hidrográficas* (em conformidade com a bibliografia analisada) e as demais – aquelas em que a captação das águas de chuva ocorre por meio da rede de drenagem pluvial implantada em consonância com o tecido urbano é lança diretamente no mar – como *bacias de drenagem natural*.

### Preparação da Base Cartográfica

Para a criação do modelo digital do terreno (MDT) referente à porção continental do município de Salvador foi adotado o levantamento cartográfico disponibilizado pela Sedham - Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, Habitação e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Salvador, que corresponde à Base Sicar (Sistema Cartográfico da Região Metropolitana de Salvador), datada de 1992 e entregue em formato de arquivo dwg e/ou dxf. O levantamento cartográfico continha curvas de nível a cada metro, pontos cotados, traçados dos rios e demais elementos hidrográficos, que foram extraídos dessa base e convertidos para compor o MDT por meio do software ArcGIS.

Observou-se que em alguns pontos o levantamento topográfico era impreciso, uma vez que uma parcela das curvas de nível apresentava elevações diferentes daquelas que, por interpolação, foram estimadas. Foi realizada uma correção manual dessas ocorrências, ajustando da melhor forma possível a representação do relevo em Salvador ainda que sem a precisão de um novo levantamento topográfico. É importante destacar que a base Sicar disponibilizada não contemplava as ilhas pertencentes ao município de Salvador e, por isso, cada ilha foi considerada como uma bacia isolada. Nessa etapa foram obtidas ferramentas

importantes para a análise do terreno, como os limites das bacias urbanas sugeridos pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Salvador (PDDU 2004) e fotografias aéreas de voos recentes que contemplavam a cidade.

### Delimitação Automática por Geoprocessamento

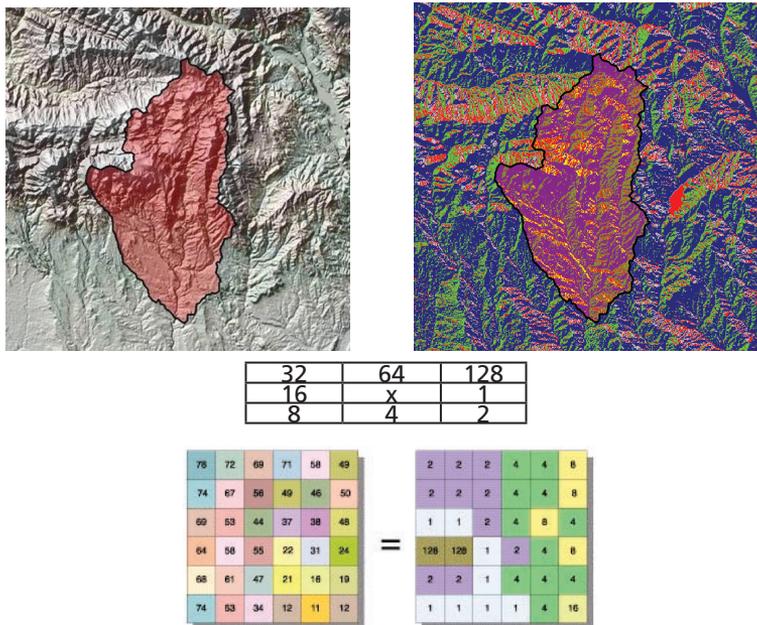
Nas últimas décadas vêm sendo desenvolvidos inúmeros métodos para a obtenção automática dos limites das bacias hidrográficas. Para este estudo, foi utilizada como método a sequência de cálculo de direção e acumulação de fluxo, definição de rede de drenagem e delimitação de sub-bacias básicas, conforme indicado na Figura 2.

Figura 2 – Esquema do Pré-processamento do Terreno



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 3 – Determinação do Mapa de Direção de Fluxo



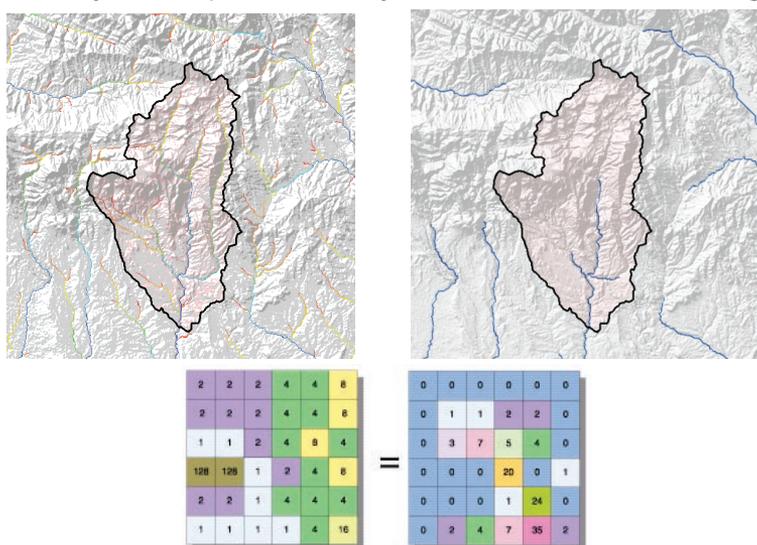
Fonte: Elaboração própria.

O mapa de direção de fluxo é criado a partir do modelo digital do terreno (MDT) já pré-processado, e a orientação de fluxo  $C_{df}$  é calculada em função das células vizinhas  $U$ ,

indicando a direção de descida mais acentuada  $C_{df} = \{Cod(K) : K \leq C_{MDT} \forall K, C_{MDT} \in \Omega\}$ . Esse mapa representa a orientação do escoamento superficial para fora da célula dominante  $Cod(K)$ , codificação da disposição de uma das oito células que bordeia a célula  $x$  mediante notação binária  $2^n$  em sentido horário (Leste = 1; Sudeste = 2; Sul = 4; ...), de acordo com a indicação da Figura 3 (pág. 112).

O mapa de acumulação de fluxo é calculado a partir do mapa de direção de fluxo (Figura 4). O dado obtido é uma matriz que contém o número acumulado de células a montante de cada célula do MDT. Desse modo, o valor de cada célula  $C_{af}$  dessa etapa é expresso como  $C_{af} = \left\{ \int C_{MDT} : C_{MDT} \in Y \right\}$  onde  $Y$  representa o conjunto de células que drenam para a célula  $C_{af}$ .

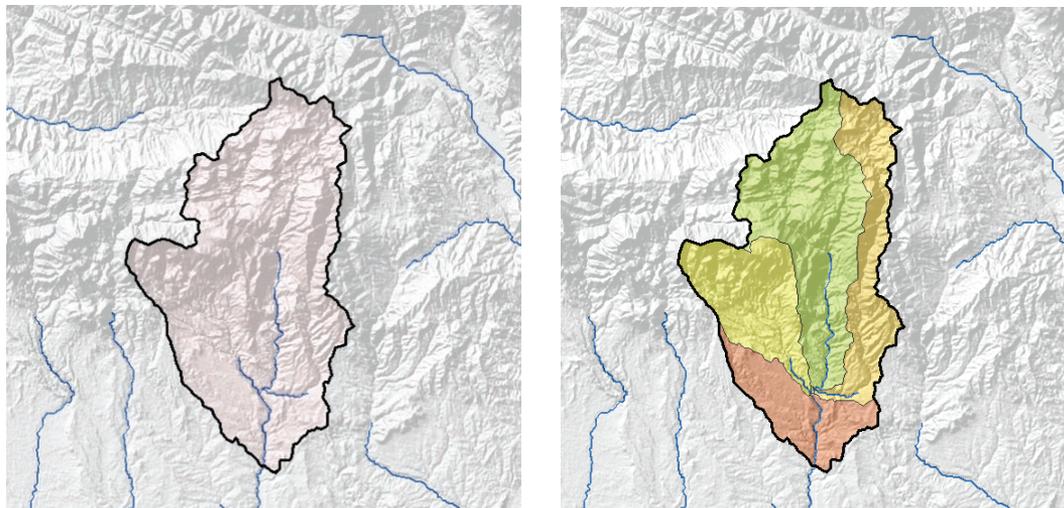
**Figura 4 – Determinação do Mapa de Acumulação de Fluxo e da Rede de Drenagem**



Fonte: Elaboração própria.

O mapa de acumulação de fluxo empregado para calcular a rede de drenagem permite que o usuário defina um número limite de células acumuladas equivalente a uma determinada área para a definição de um corpo d'água. O ponto de criação da rede de drenagem começa quando o número de célula é maior que o limite estabelecido, ou seja, quando o valor de cada célula da rede de drenagem  $C_{rd} = C_{af}$  se  $C_{af}$  é maior que a área mínima estabelecida.

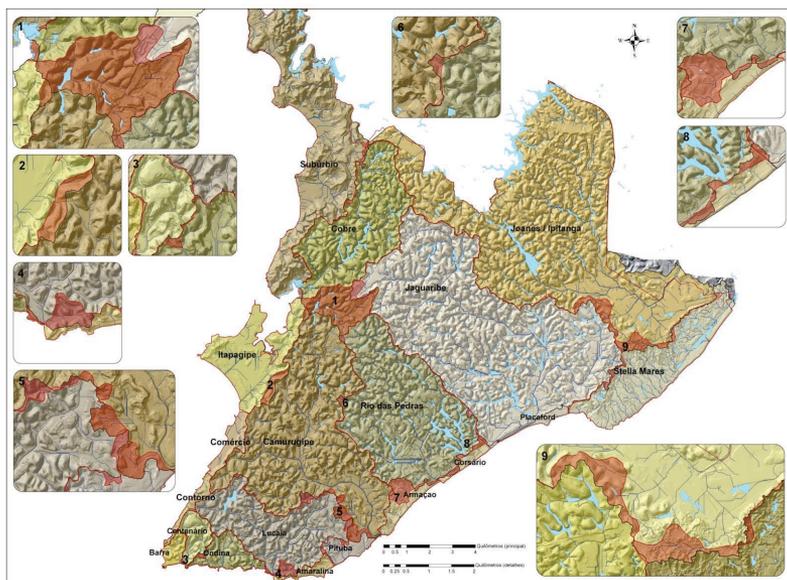
O processamento do terreno gera um primeiro mapa das bacias a partir dos nós da rede de drenagem e do mapa de direção de fluxo (Figura 5, pág. 114)). Essas bacias denominam-se “bacias básicas”, já que são criadas automaticamente sem a participação do usuário. A edição e a definição das bacias finais dependem do critério do especialista, e esses procedimentos foram executados manualmente, nesse caso, com o editor do ArcGIS.

**Figura 5 – Definição das Bacias Básicas**

Fonte: Elaboração própria.

## Resultados Iniciais

Seguindo essa metodologia, foi obtida como resultado dessa etapa de trabalho uma primeira delimitação das bacias da porção continental de Salvador, diferenciando as bacias hidrográficas e as de drenagem natural. Foram identificadas oito **bacias hidrográficas**: Cobre, Camarajipe, Lucaia, Seixos, Ondina, Rio das Pedras, Jaguaribe (incluindo o trecho correspondente ao Rio Passa Vaca) e Ipitanga.

**Mapa 01 – Resultados Iniciais**

Fonte: Elaboração própria.

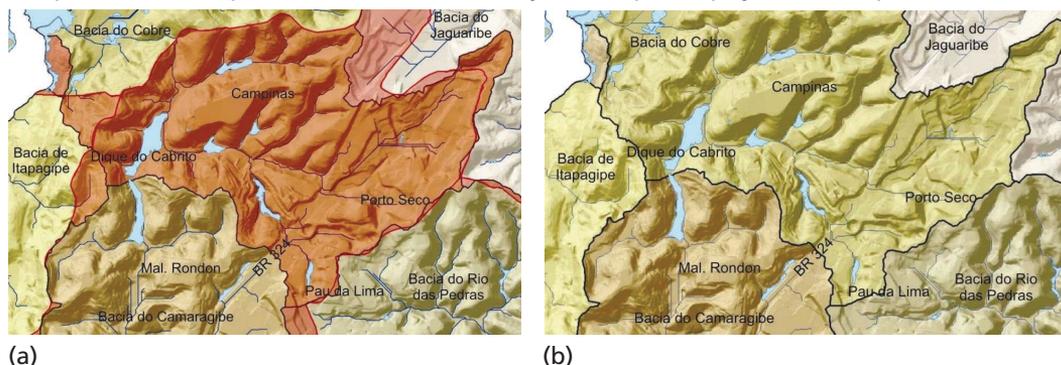
As áreas litorâneas foram então fragmentadas em nove **bacias de drenagem natural**. Cada bacia recebeu o nome de um bairro significativo ou zona que nela estivesse inserido: Subúrbio, Itapagipe, Comércio, Contorno, Barra, Amaralina, Pituba, Litoral Atlântico e Stella Mares. Essa simulação foi contraposta a uma sugestão apresentada pelo PDDU 2004, de modo a compor o Mapa 01. Foram identificadas nove áreas em que há notável diferença entre ambas as propostas, cada uma delas hachurada nesse mapa e nas imagens apresentadas a seguir em tons de vermelho. Nestas, as bordas em vermelho correspondem àquelas definidas pelo PDDU, enquanto os limites em preto referem-se aos determinados por meio de delimitação automática por geoprocessamento.

### Análise e Ratificação dos Resultados Iniciais

Nessa etapa, as divergências observadas entre a simulação obtida automaticamente e a delimitação sugerida pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Salvador (PDDU 2004) foram esclarecidas por meio de análises feitas em campo. As mesmas tiveram como objetivo validar esses esboços, considerando a hipótese de que intervenções na drenagem e na topografia pudessem ter mascarado o percurso atual das águas pluviais. As ilustrações não possuem escala determinada.

A região apontada no Mapa 01 como área 1 consiste no entorno do Dique do Cabrito. Nesse caso, o PDDU sugere que as vertentes conduzem as águas pluviais para a bacia do Camarajipe, enquanto que por meio da simulação inicial estimava-se que um dos diques verteria para essa bacia e o outro, para a bacia do Cobre. Há alguns anos foram executadas obras que interferiram na drenagem pluvial do local, assim como recentemente foram feitas intervenções de urbanização no Dique do Cabrito pela Conder que consolidaram tais condições. Com base nisso, deverá prevalecer a delimitação obtida na etapa anterior ante aquela adotada pelo PDDU.

**Figuras 6 e 7 –** Contraposição entre a Sugestão do PDDU e a Delimitação Prévia por Geoprocessamento para a Área 1 (a) e o Arranjo Final após Inspeção em Campo (b)

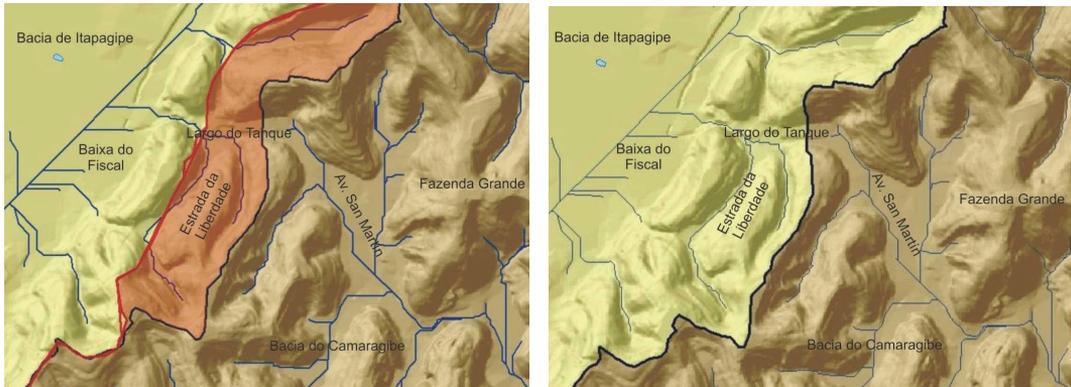


Fonte: Elaboração própria.

Segundo o PDDU, as águas pluviais da **área 2** (localizada nas imediações do Largo do Tanque) verteriam em direção à bacia do rio Camarajipe, enquanto que pela simulação inicial

interpretava-se que essa área pertenceria à bacia de drenagem da Península de Itapagipe. Em visita ao local observou-se um suave caimento em direção à Península, estando os limites dessas bacias definidos de acordo com a Figura 9.

**Figuras 8 e 9** – Contraposição entre a Sugestão do PDDU e a Delimitação Prévia por Geoprocessamento para a Área 2 (a) e o Arranjo Final após Inspeção em Campo (b)



(a)

(b)

Fonte: Elaboração própria.

Na área 3 foram apontadas duas divergências entre as sugestões: a primeira referia-se à locação da foz do rio dos Seixos, que corre no canteiro central da Avenida Centenário, ponto esse que não foi identificado pela delimitação automática por geoprocessamento, enquanto a outra dizia respeito à nascente de um córrego que drena a região de Apipema/Calabar. Após percorrer o trecho da Praia do Farol da Barra entre o Hotel Monte Pascoal e o Morro do Cristo, foram localizadas a saída principal do rio dos Seixos e uma galeria nas imediações do Hotel que correspondia a uma saída alternativa das águas pluviais em momentos de fortes chuvas.

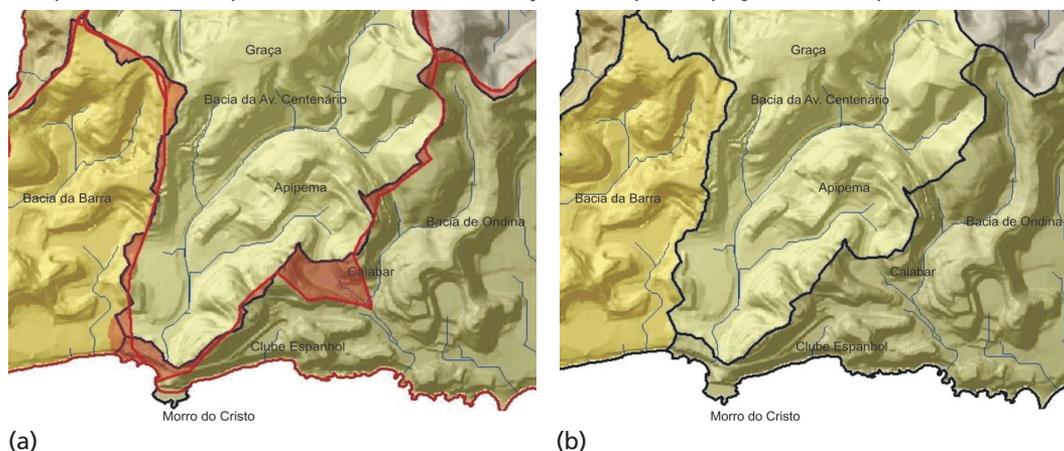
**Figura 10** – Córrego Paralelo à Rua Nova do Calabar



Fonte: Elaboração própria.

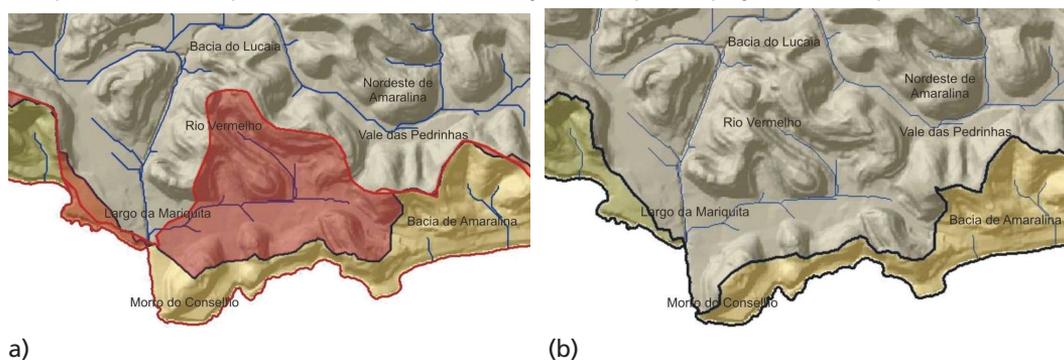
Quanto à região de Apipema, da mesma forma que na área 2 foi observado um suave caimento no terreno, conduzindo para o entendimento de que os limites das bacias de Ondina e Seixos deveriam se dar conforme prescrito pela delimitação automática por geoprocessamento (Figura 12). Foi também localizado um curso d'água que corre paralelo à Rua Nova do Calabar, ao fundo dos lotes lindeiros a esta via, cujo sentido de fluxo das águas indica que as áreas de contribuição para o mesmo pertencem à bacia de Ondina.

**Figuras 11 e 12** – Contraposição entre a Sugestão do PDDU e a Delimitação Prévia por Geoprocessamento para a Área 3 (a) e o Arranjo Final após Inspeção em Campo (b)



Fonte: Elaboração própria.

**Figuras 13 e 14** – Contraposição entre a Sugestão do PDDU e a Delimitação Prévia por Geoprocessamento para a Área 4 (a) e o Arranjo Final após Inspeção em Campo (b)



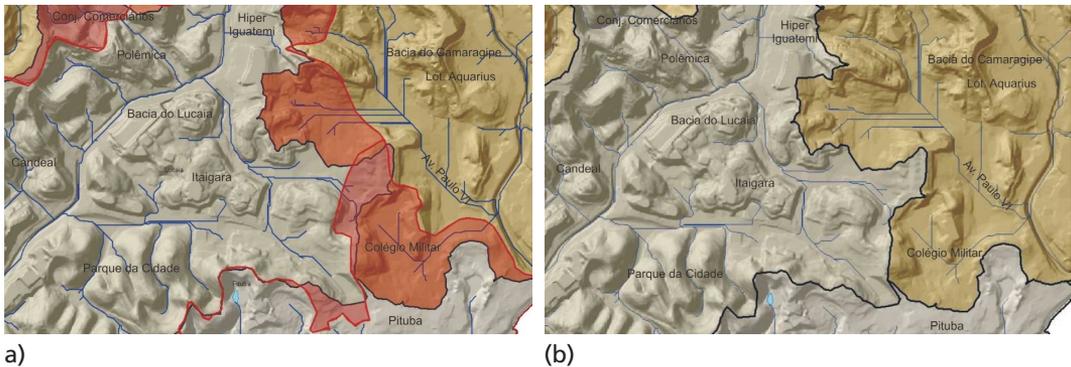
Fonte: Elaboração própria.

A área 4 corresponde às imediações do Largo da Mariquita, situado no bairro do Rio Vermelho. De acordo com o PDDU, a drenagem pluvial das ruas Odilon Santos e Oswaldo Cruz verteria diretamente para o Oceano Atlântico e, segundo os resultados da delimitação automática por geoprocessamento, estimou-se um caimento para o canal da Mariquita, pertencente à bacia do rio Lucaia. O local foi inspecionado e observou-se que o caimento do terreno orienta o fluxo para o canal, assim como foram encontradas manilhas de drenagem de grandes diâmetros que lançam diretamente nesse corpo d'água, o que ratifica

esta suposição.

Na área 5 também foram apontadas duas divergências: uma delas diz respeito à região do Conjunto dos Comerciantes em Brotas, sobre a qual foi questionado se a drenagem dessa área seria conduzida para o canal da Rua da Polêmica ou para a rede de drenagem pluvial que passa ao lado do campo do Galícia e do Supermercado GBarbosa até o lançamento no Rio Camarajipe. Não foi possível interpretar o caimento do terreno, dada a densa ocupação urbana da localidade. Por meio de entrevista com moradores, no entanto, foi coletada a informação de que obras recentes conduziram a captação das águas pluviais para o canal da Polêmica, o que determina que essa área pertença à bacia do rio Lucaia.

**Figuras 15 e 16** – Contraposição entre a Sugestão do PDDU e a Delimitação prévia por Geoprocessamento para a área 5 (a) e o Arranjo Final após Inspeção em Campo (b)



Fonte: Elaboração própria.

A segunda divergência corresponde à drenagem da área de transição entre os bairros do Itaigara e Pituba, nas proximidades do Colégio Militar. Ali não foi possível interpretar *in loco* como se dá o escoamento das águas captadas no entorno do campo de esportes do Colégio, sendo para tanto necessária a análise do projeto de microdrenagem do local. Representantes da instituição foram contatados a fim de localizar tais estudos, porém não houve resultado. Assim sendo, optou-se por dar andamento aos trabalhos considerando as impressões obtidas quando da visita ao local.

Segundo o PDDU, a área 6 – que consiste na região do Cabula II, próximo à Estrada das Barreiras – verte para a bacia do rio Camarajipe, enquanto pela simulação automática por geoprocessamento foi estabelecido o caimento para a bacia do rio das Pedras. Após inspeção em campo notou-se a existência de um córrego que conduz as águas provenientes dessa área para um afluente do rio Camarajipe, consagrando a delimitação proposta pelo PDDU.

**Figura 17** – Contraposição entre a Sugestão do PDDU e a Delimitação prévia por Geoprocessamento para a área 6



**Fonte:** Elaboração própria.

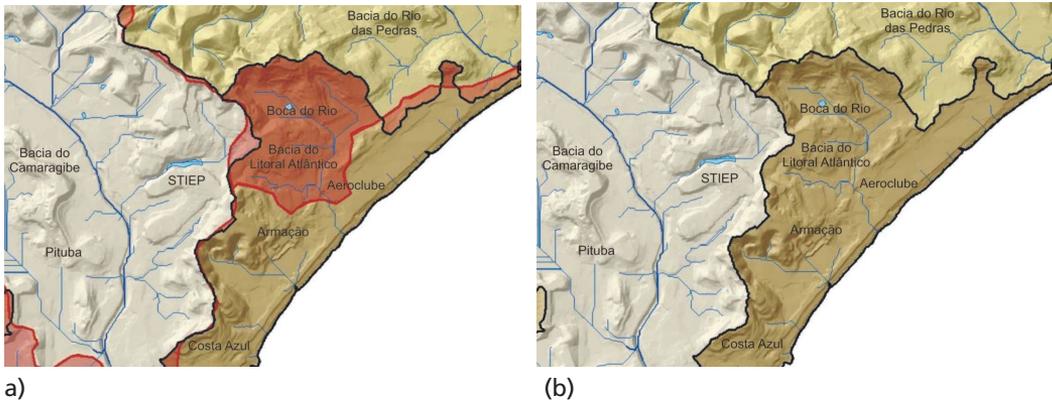
**Figura 18** – Arranjo Final após Inspeção em Campo



**Fonte:** Elaboração própria.

Segundo o PDDU, o setor da Boca do Rio, hachurado em vermelho na área 7, é contribuinte da bacia do rio das Pedras, porém, por meio da delimitação automática por geoprocessamento, interpreta-se que essa região verte para a bacia do Litoral Atlântico. Utilizando-se das fotografias aéreas de Salvador, datadas de 2006 (Figuras 19 e 20), observa-se a presença de um grande bueiro nas proximidades do Aeroclube, que capta as águas pluviais da localidade e as conduz diretamente para o Oceano, revogando, portanto, a primeira hipótese. Por meio de visita em campo ratificou-se essa suposição.

**Figuras 19 e 20 – Contraposição entre a Sugestão do PDDU e a Delimitação Prévia por Geoprocessamento para a área 7 (a) e o Arranjo Final após Inspeção em Campo (b)**



Fonte: Elaboração própria.

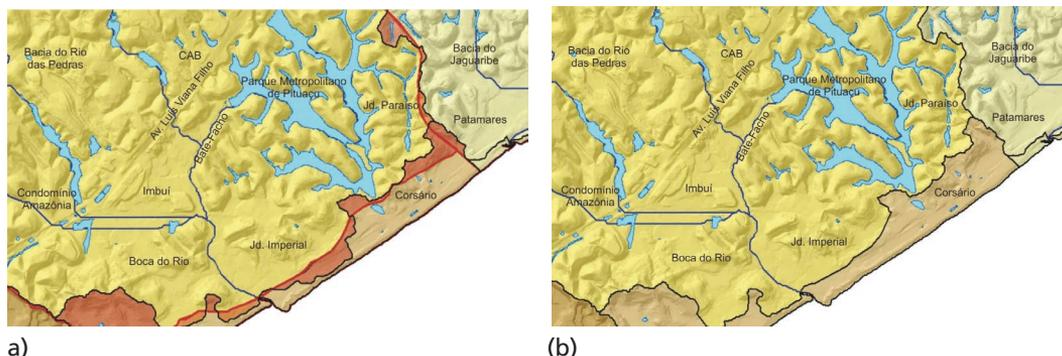
**Figuras 21 e 22 – Localização e Detalhe do Bueiro de Drenagem da Bacia do Litoral Atlântico**



Fonte: Elaboração própria.

Foram identificadas diferenças entre as delimitações por geoprocessamento e a do PDDU nas imediações do acesso principal ao Parque Metropolitano de Pituvaçu (**área 8**), em especial na faixa de terra correspondente ao canteiro central da Av. Otávio Mangabeira – nesse caso, a primeira sugere o caimento em direção à bacia do Rio das Pedras, enquanto que a segunda indica que essa faixa pertence a uma bacia de drenagem (Litoral Atlântica). Essa área tem cota inferior à das vias lindeiras a ela, e a drenagem pluvial se dá por infiltração no solo, em direção ao mar. Diante dessa questão, entende-se que a delimitação correta é a do PDDU, conforme apresentada nas Figuras 23 e 24.

**Figuras 23 e 24** – Contraposição entre a Sugestão do PDDU e a Delimitação Prévia por Geoprocessamento para a Área 8 (a) e o Arranjo Final após Inspeção em Campo (b)

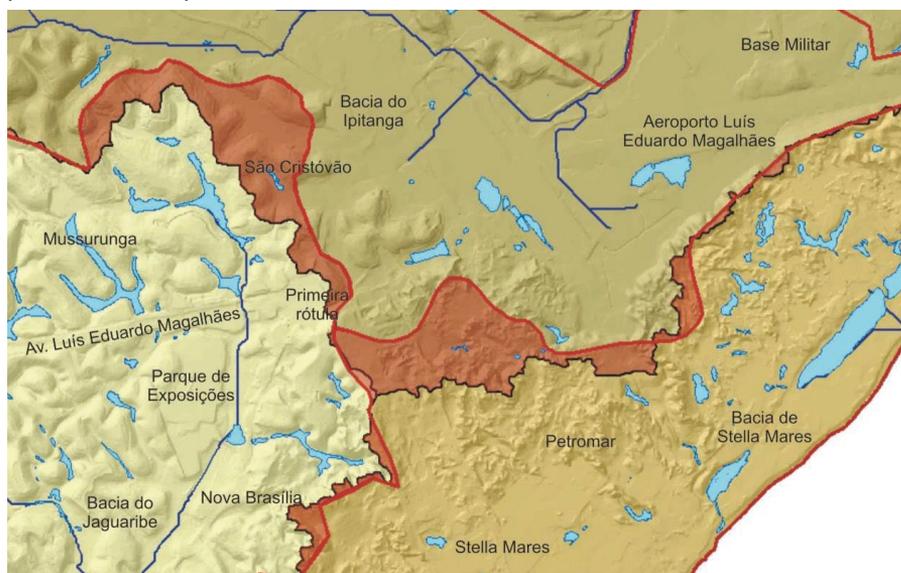


Fonte: Elaboração própria.

A última região, que teve as duas delimitações confrontadas, equivale ao entorno do Aeroporto Luís Eduardo Magalhães (área 9), caracterizada por ser uma zona de areal com dois aspectos que dificultaram a análise do fluxo de drenagem pluvial: 1) o fato de ser área de propriedade militar (de acesso restrito); e, 2) o caminho natural dos cursos d'água foi bastante modificado em função da pista do aeroporto.

Estimou-se que o contorno verdadeiro se assemelhasse mais àquele proposto por geoprocessamento que o definido pelo PDDU, porém não se dispunha de elementos que pudessem validar essa suposição. Os limites deverão ser reajustados quando forem realizados estudos que permitam uma melhor interpretação dessa questão.

**Figura 25** – Contraposição entre a Sugestão do PDDU e a Delimitação Prévia por Geoprocessamento para a área 9



Fonte: Elaboração própria.

**Figura 26 – Arranjo Final da Área 9 após Inspeção em Campo**

Fonte: Elaboração própria.

### **Estabelecimento de Conceitos e Parâmetros para a Delimitação das Bacias**

O trabalho de definição conceitual e de parâmetros foi feita de forma coletiva e envolveu professores, pesquisadores e técnicos que lidam com questões relacionadas com as bacias. Foram realizadas reuniões de discussão com pesquisadores envolvidos no projeto, técnicos de órgãos das esferas municipal e estadual, como os então IMA e Ingá, a Conder, a Sema, a Sedham, a SMA, a Setin, e as então Surcap e Sumac, professores e alunos da Universidade Federal da Bahia, consultores em drenagem pluvial e recursos hídricos e o público em geral, com a finalidade de apresentar os resultados do estudo da delimitação automática, da conceituação de bacia hidrográfica e bacia de drenagem natural, nomenclaturas e critérios para a fundamentação teórica deste trabalho, bem como apresentar as atividades executadas nas etapas anteriores. Nesse fórum foram feitas as seguintes recomendações:

- caracterizar a bacia do Rio Paraguari como uma bacia hidrográfica, isolando-a da bacia de drenagem pluvial do Subúrbio Ferroviário onde está localizada;
- separar a bacia do Rio Passa Vaca da bacia do Rio Jaguaribe, partindo do princípio que os principais rios estão unidos nas imediações da foz. Tal recomendação tomou como base os estudos realizados sobre essas bacias, que as configuram como duas unidades distintas;
- apresentar os limites das sub-bacias de todas as unidades hidrográficas nos mapas;
- executar novas simulações em que os interstícios existentes entre as bacias hidrográficas e a linha de costa fossem equivalentes às bacias de drenagem pluvial;
- incluir nos estudos a porção insular do município de Salvador, considerando que até então só se dispunha da cartografia referente à porção continental.

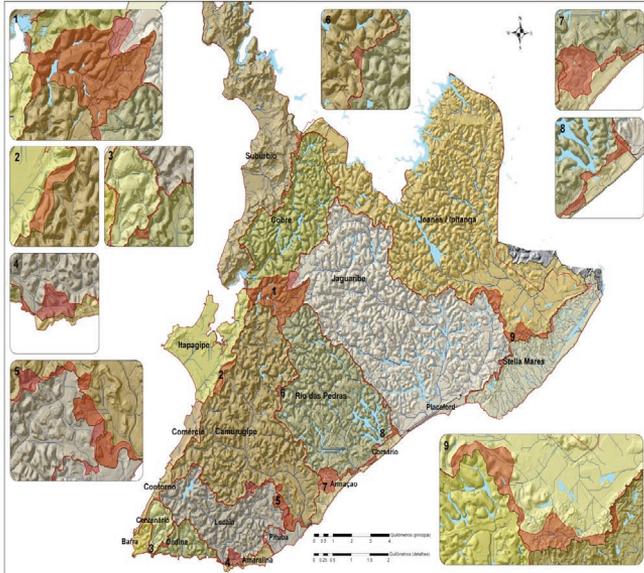
Em 12 de junho de 2008 realizou-se uma reunião com os participantes do fórum, no Auditório da Escola de Administração da UFBA, para serem apresentados os resultados do estudo da delimitação, levando em consideração as recomendações sugeridas anteriormente. Foram apresentados dois mapas de delimitação das bacias realizadas pelo estudo: o primeiro, com a delimitação final entre as bacias propostas no estudo; e o segundo, com os limites das sub-bacias das bacias propostas. Foram apresentados, também, os conceitos de bacia hidrográfica e de bacia de drenagem natural, conforme apresentado abaixo:

- bacia hidrográfica: unidade territorial delimitada por divisores de água, na qual as águas superficiais originárias de qualquer ponto da área delimitada pelos divisores escoam pela ação da gravidade para as partes mais baixas, originando córregos, riachos e rios, os quais alimentam o rio principal da bacia, que passa, forçosamente, pelos pontos mais baixos dos divisores e desemboca por um único exutório. Pode-se considerar exceção a essa definição a ocorrência de bacias hidrográficas distintas, que, por intervenção de infraestrutura urbana, tiveram seus rios principais interligados próximos à foz e passaram a contar com o mesmo exutório;
- bacia de drenagem natural: região de topografia que não caracteriza uma bacia hidrográfica, podendo ocorrer veios d'água, os quais não convergem para um único exutório. No caso de Salvador, correspondem às regiões costeiras como a Península de Itapagipe, o Comércio, a Ladeira do Contorno, a Vitória e a faixa compreendida entre a Praia de Jaguaribe até o limite entre Salvador e Lauro de Freitas.

Nessa reunião foram recomendadas as seguintes medidas para fim de conclusão da delimitação:

- elaborar uma síntese do trabalho desenvolvido, contendo as medidas recomendadas nas reuniões dos dias 04/03 e 12/6/2008 e o mapa correspondente à delimitação final das bacias hidrográficas; encaminhar uma via para cada participante das reuniões citadas, solicitar a sua contribuição para a conclusão dos trabalhos e convidá-lo para a última e conclusiva reunião (prevista para 28/08/2008);
- devido à descaracterização resultante de intervenções urbanísticas e o pequeno porte das bacias da Barra e Centenário, e ainda para fim de gestão, sugeriu-se considerar essas bacias como uma única bacia hidrográfica;
- devido à descaracterização resultante de intervenções urbanísticas e o pequeno porte das bacias de Amaralina e Pituba, e ainda para fim de gestão, sugeriu-se considerar essas bacias como uma única bacia de drenagem natural;
- devido ao pequeno porte e proximidade, e ainda para fim de gestão, sugeriu-se considerar as bacias de Armação e Corsário como uma única bacia de drenagem natural;
- considerar a bacia de Placaford, por ser muito pequena, como pertencente à bacia do rio Jaguaribe, apesar de Placaford ser uma bacia de drenagem natural (Figura 27);

Figura 27 – Bacia de Placaford



Fonte: Elaboração própria

- enviar para os participantes do fórum 2 (dois) mapas com duas hipóteses para as bacias do rio Pituauçu e rio das Pedras: a primeira, considerando essas duas bacias como uma única bacia; e a segunda como bacias separadas.

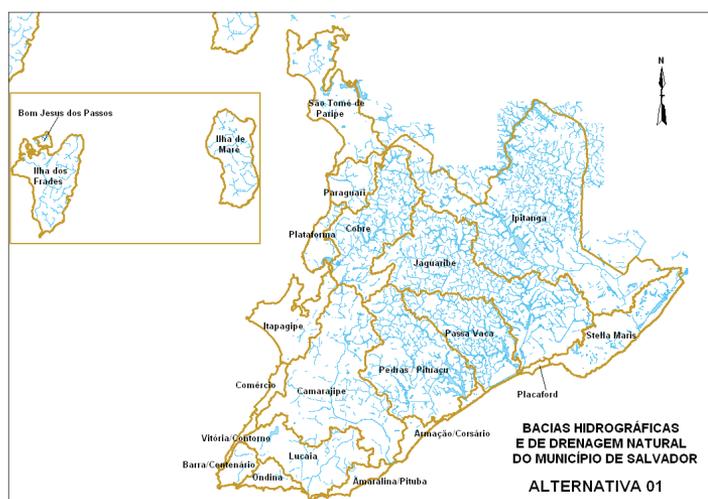
A primeira hipótese teve como justificativa o fato dos dois rios terem apenas um exutório. E a segunda, por se supor que essas duas bacias distintas tenham sofrido intervenção de infraestrutura urbana e por isso podem ter passado a contar com o mesmo exutório. Assim, justificaria a segunda proposição: de serem consideradas bacias separadas. Entretanto, antes da realização da última e conclusiva reunião, que aconteceu em 17 de setembro de 2008, foi localizado na biblioteca da Fundação Mário Leal Ferreira o artigo “Abastecimento de Água da Cidade da Bahia”, do Engenheiro Theodoro Sampaio, publicado na Revista Polytechnica de São Paulo (separata dos n<sup>os</sup> 27, 28 e 30), do ano de 1910. Nesse artigo, o autor faz um retrospecto histórico do serviço de abastecimento de água da capital da Bahia, apresenta o projeto, de sua autoria, de ampliação do serviço existente, bem como os estudos por ele desenvolvidos para a implantação de um novo sistema de abastecimento de água para a cidade. Na apresentação dos estudos desenvolvidos para o novo sistema, ele faz a seguinte descrição sobre a bacia do rio das Pedras, rio que foi estudado e escolhido como manancial de abastecimento do novo sistema:

Antes do saneamento da bacia desse rio, trabalho que precedeu ao da sua captação, as suas águas estagnavam pútridas, na vizinhança das dunas de areia, formando extensos alagadiços de fundo turfoso que foi preciso drenar e limpar em toda a extensão, onde elas permaneciam até então represadas com grande detrimento da população circunvizinha. Desse pantanal, entre areias, é que escapava um tênue fio d’água, cuja corrente as plantas aquáticas nem

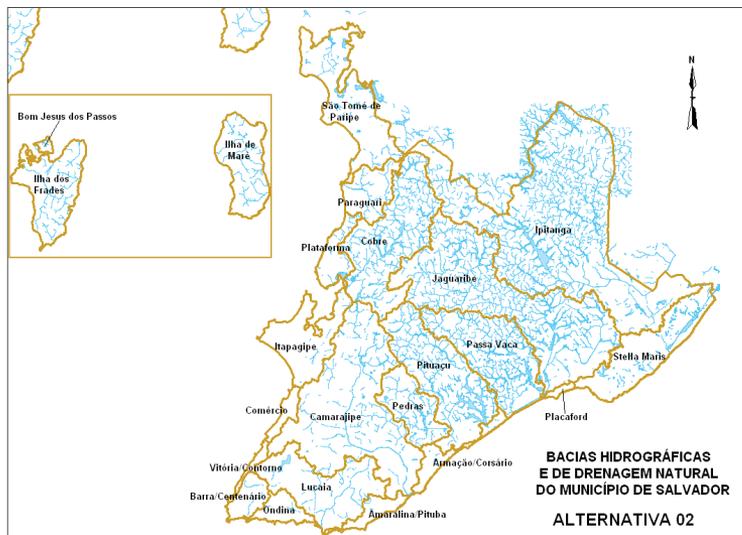
sequer deixavam perceber, e que ia ter ao mar, com o nome local de rio das Pedras. Saneada porém a bacia, regularizado o leito da corrente através das terras baixas, o rio das Pedras, a princípio com águas perenes tão somente nos seus galhos principais, normalizou o seu curso, deixando ver agora em seu leito, ainda mesmo no verão, as águas límpidas e sãs que outra coisa não são senão as sobras das captações feitas nos seus **quatro afluentes maiores**: o Cascão, Saboeiro, Cachoeirinha e **Pituaçu, que é o galho mais poderoso** (SAMPAIO, 1910, p.36, grifos nossos).

Dessa forma, a segunda hipótese apresentada para as bacias do rio Pituaçu e rio das Pedras, de que essas duas bacias distintas teriam sofrido intervenção de infraestrutura urbana, e por isso poderiam ter passado a contar com o mesmo exutório, não é verdadeira. Como descrito pelo Engenheiro Theodoro Sampaio no texto acima, o rio Pituaçu é, originalmente, afluente do rio das Pedras (Figuras 28 e 29). Em 17 de setembro de 2008, com uma visita à foz dos rios Passa Vaca e Jaguaribe e ao local de encontro do rio Trobogy com o rio Jaguaribe, foi realizada a última e conclusiva reunião com os integrantes do Fórum para a delimitação das bacias hidrográficas. Essa reunião em campo teve como objetivo dirimir qualquer dúvida entre considerar o rio Passa Vaca e o rio Jaguaribe como bacias distintas; e também, verificar a proximidade do local do encontro do rio Trobogy com o Jaguaribe em relação à foz dos rios Passa Vaca e Jaguaribe. Por unanimidade, decidiu-se que o rio Trobogy é afluente do rio Jaguaribe, pois o ponto de encontro desses rios está situado a mais de cem metros da sua foz. E, também por unanimidade, decidiu-se que os rios Passa Vaca e Jaguaribe formam bacias hidrográficas distintas, pois esses rios só se encontram no local exato da sua foz.

**Figura 28 – Bacias Hidrográficas e de Drenagem Natural – Alternativa 1**



Fonte: Elaboração própria.

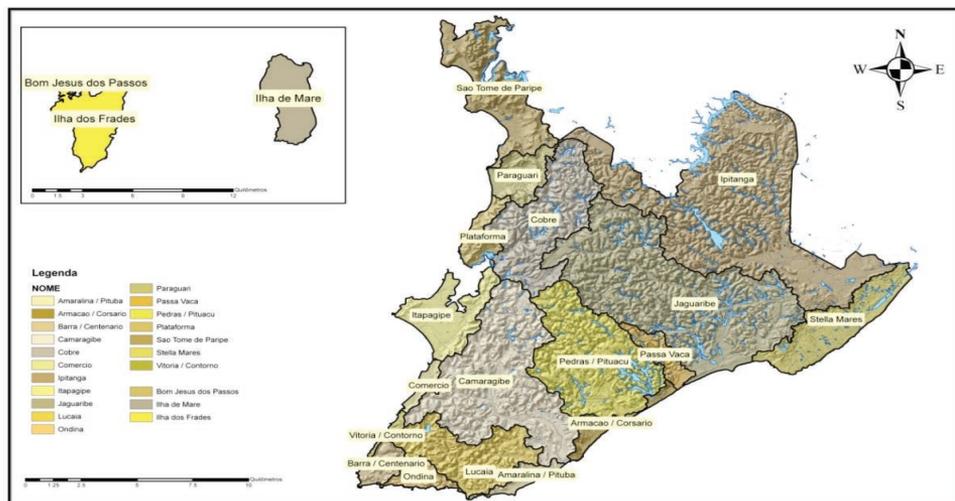
**Figura 29** – Bacias Hidrográficas e de Drenagem Natural – Alternativa 2

Fonte: Elaboração própria.

### Simulações Finais e Arranjo Final das Bacias

Nas simulações finais foram identificadas dez bacias hidrográficas, que correspondem às bacias dos rios Cobre, Paraguaçu, Camarajipe, Lucaia, Seixos, Ondina, Rio das Pedras, Jaguaribe, Passa Vaca e Ipitanga. As bacias de drenagem pluvial estão em número de doze, sendo elas a de São Tomé de Paripe, Plataforma, Itapagipe, Comércio, Vitória/Contorno, Barra, Amaralina, Pituba, Armação, Corsário, Placaford e Stella Mares. Essas unidades equivalem, para o caso da adoção de outra nomenclatura, a vinte e duas regiões hidrográficas. O Fórum de Discussão fundamentou o conceito de bacia hidrográfica urbana como sendo uma unidade territorial delimitada por divisores de água, na qual as águas superficiais originárias de qualquer ponto da área delimitada pelos divisores escoam pela ação da gravidade para as partes mais baixas, originando córregos, riachos e rios, os quais alimentam o rio principal da bacia, que passa, forçosamente, pelos pontos mais baixos dos divisores e desemboca por um único exutório. Pode-se considerar exceção a essa definição a ocorrência de bacias hidrográficas distintas que, por intervenção de infraestrutura urbana, tiveram seus rios principais interligados próximos à foz e passaram a contar com o mesmo exutório.

E, para bacias de drenagem natural, o Fórum fundamentou como sendo uma região de topografia que não caracteriza uma bacia hidrográfica, podendo ocorrer veios d'água, os quais não convergem para um único exutório. No caso de Salvador, correspondem às regiões costeiras, como a Península de Itapagipe, o Comércio, a Ladeira do Contorno, a Vitória, a Orla Atlântica, como a Amaralina e Pituba, Armação e Corsário e a faixa compreendida entre a Praia de Jaguaribe até o limite entre Salvador e Lauro de Freitas. A Figura 30 apresenta o arranjo final da delimitação das bacias hidrográficas e de drenagem natural de Salvador.

**Figura 28: Bacias Hidrográficas e de Drenagem Natural de Salvador**

Fonte: Elaboração própria.

## CONCLUSÃO

No decorrer do ano de 2010, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizou o Censo Demográfico 2010. Com a divulgação dos dados do Censo por setores censitários será possível a criação de um banco de dados e de indicadores para a cidade de Salvador, por bacias hidrográficas e de drenagem natural, sobre populações e domicílios, abrangendo temas como densidade demográfica, taxa de crescimento demográfico, renda, educação e acesso aos serviços de saneamento ambiental, além de se poder estabelecer uma comparação com o resultado do Censo Demográfico 2000.

Dessa maneira, a cidade do Salvador passa a ter uma ferramenta com a qual será possível a construção de um modelo de gestão sustentável das águas das suas bacias hidrográficas, o qual persiga uma integração entre a “gestão dos recursos hídricos” e a “gestão de serviços públicos de saneamento básico”, e assim, assegure a preservação, uso e recuperação dos corpos d’água, em condições satisfatórias para os múltiplos usos e de forma compatível com a capacidade de suporte do sistema.

É importante salientar que o arranjo final de delimitação das bacias hidrográficas e de drenagem natural de Salvador não pode ser considerado como definitivo, uma vez que somente abrange a porção continental do Município, já que o levantamento cartográfico das ilhas de Salvador não apresenta dados suficientes. Sendo assim, recomenda-se a realização de um levantamento cartográfico das ilhas de Salvador de forma a se obter dados suficientes para a elaboração da simulação de bacias nessa porção insular. E, recomenda-se também, a realização de estudos hidrológicos detalhados acerca da dinâmica das infiltrações na área de entorno do Aeroporto Luís Eduardo Magalhães (área 9), para uma interpretação mais precisa entre os limites entre as bacias hidrográficas.

## REFERÊNCIAS

BRASIL, República Federativa do. **Lei nº 9.433**, de 8 de janeiro de 1997: Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: Presidência da República, 1997.

BRITTO, Ana Lúcia N. de Paiva; JOHNSON, Rosa Maria Formiga. Água e Sustentabilidade em Metrópoles Brasileiras: Algumas Reflexões sobre a Necessária Integração “Saneamento Ambiental – Gestão de Recursos Hídricos”. In: Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, XIII., 2008, Belém. **Anais**. Rio de Janeiro: ABES, 2008. 1 CD-ROM.

LINSLEY, Ray K.; FRANZINI, Joseph B. **Engenharia de Recursos Hídricos**. Tradução e adaptação de Luiz Américo Pastorino. São Paulo: McGraw Hill, 1978.

SALVADOR, Prefeitura Municipal do. **Lei nº 6.586**, de 3 de agosto de 2004: Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município do Salvador – PDDU. Salvador: Gabinete do Prefeito Municipal do Salvador, 2004.

SAMPAIO, Theodoro. Abastecimento de Água da Cidade da Bahia. Separata dos nºs 27, 28 e 30 da **Revista Polytechnica** de S. Paulo. São Paulo: Typografia Brazil de Rothschild & Cia., 1910.

UFBA, Escola de Administração; PMS/SEPLAM/SMA; Fundação OndaAzul; Embasa; Sema/Ingá/IMA; CNPq. **Pesquisa Qualidade das Águas e da Vida Urbana em Salvador: Relatório de Atividades**, 2007. Escola de Administração da UFBA (Coord.). Salvador, 2007.

**Maria Lúcia Politano Álvares** Engenheira Civil (EP/UFBA), M.Sc. em Engenharia Ambiental Urbana (MEAU/EP/UFBA), Consultora. Arquiteta (FAUBA/UFBA), Especialista em Urbanismo pela Universidade de Buenos Ayres, Consultora em Urbanismo.

**Diego Álvares** Engenheiro Civil (EP/UFBA), Ph.D. em Hidrologia (Universidade de La Corunha, Espanha), Consultor em Recursos Hídricos.

**Helena Spinelli Álvares** Arquiteta (FAUBA/UFBA), Especialista em Urbanismo pela Universidade de Buenos Ayres, Consultora em Urbanismo.

**Luiz Roberto Santos Moraes** Luiz Roberto Santos Moraes é professor titular em saneamento e participante especial do Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento (MAASA) da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, onde contribui com o Grupo de Saneamento e Saúde Ambiental. Suas áreas de interesse incluem o saneamento ambiental, a saúde ambiental e a política, planejamento e gestão de serviços públicos de saneamento básico.

**Maria Elisabete  
Pereira dos  
Santos**

Doutora em Ciências Sociais pela Universidade Estadual de Campinas - IFCH/UNICAMP (2000), Mestre em Ciências Sociais pela Universidade Federal da Bahia (1987), Especialista em Urbanismo pela Universidade de Buenos Ayres, Bacharel em Ciências Sociais (UFBA), Bacharel em Ciências Sociais pela Universidade Federal da Bahia (1980), Arquiteta pela Universidade Federal da Bahia. Atualmente é Coordenadora da Coordenadoria de Produção de Indicadores Urbano-Ambientais da SEDHAM/PMS, pesquisadora do Núcleo de Estudos sobre Poder e Organizações Locais - NEPOL/CIAGS/UFBA, Coordenadora do Grupo de Pesquisa Águas - Grupo Águas, Professora Adjunta da Escola de Administração da UFBA e Editora da Revista VeraCidade. Consultora em Urbanismo.