

MUDANÇAS NOS CANAIS FLUVIAIS DA SUB-BACIA DO CANAL DO CUNHA

(RJ): intervenções antrópicas

Luisa Schneider Moreira **DIAS**

Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade
Federal Fluminense.

e-mail: luisa.smd@hotmail.com

Sandra Baptista da **CUNHA**

Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal
Fluminense. Pesquisadora CNPq

e-mail: sandracunha@openlink.com.br

RESUMO: O processo de urbanização ocorrido no município do Rio de Janeiro alterou os canais fluviais. Anterior à urbanização, os rios da cidade eram meândricos e sinuosos e, percorriam os antigos terrenos úmidos na área de baixada. Os rios foram canalizados, aterrados e/ou cobertos pela malha urbana. Neste contexto, o objetivo deste trabalho consiste em analisar as mudanças tempo-espaciais ocorridas nos rios da Sub-bacia do Canal do Cunha decorrentes das intervenções antrópicas, entre 1908 e 2012, a partir de parâmetros morfométricos. O trabalho foi realizado através do levantamento bibliográfico, dados oficiais e da cartografia histórica e atual. A pesquisa demonstrou que a rede de drenagem - submetida à urbanização - apresentou mudanças no padrão de drenagem ao longo do século XX. Além do padrão de drenagem modificado, a densidade hidrográfica e densidade de drenagem, que relaciona o número e a extensão dos canais com a área de drenagem, apresentaram alterações. O conhecimento prévio de como eram estes rios e suas características morfológicas, assim como seu padrão de drenagem, poderão auxiliar projetos de planejamento urbanístico e ambiental, para assim, melhor gerir a sub-bacia.

Palavras-chave: Urbanização. Rede de Drenagem Urbana. Canalização.

CHANGES IN THE FLUVIAL CHANNELS OF THE CANAL DO CUNHA SUB-BASIN (RJ): anthropic interventions

ABSTRACT: The urbanization process in Rio de Janeiro changed the river channels. Prior to urbanization, the rivers of the city were meandering and meandering, and traveled the old wetlands in the lowland area. The rivers were channeled, grounded and / or covered by the urban network. In this context, the objective of this work is to analyze the temporal and spatial changes occurring in the rivers of the Canal do Cunha sub-basin resulting from anthropic interventions between 1908 and 2012, based on morphometric parameters. The work was done through the bibliographical survey, official data and the historical and current cartography. The research demonstrated that the drainage network - submitted to urbanization

- presented changes in the drainage pattern throughout the 20th century. In addition to the modified drainage pattern, the drainage density and drainage density, which relates the number and extent of the channels to the drainage area, presented changes. The previous knowledge of how these rivers and their morphological characteristics were, as well as their drainage pattern, could support urban and environmental planning projects, in order to better manage the sub-basin.

Keywords: Urbanization. Urban Drainage Network. Channelization

EN LOS CANALES DE RÍO CAMBIA SUB-CUENCA DEL CANAL DE CUNHA (RJ): intervenciones antropogénico

RESUMEN: El proceso de urbanización ocurrido en el municipio de Río de Janeiro alteró los canales fluviales. Antes de la urbanización, los ríos de la ciudad eran mênandricos y sinuosos y, recorrían los antiguos terrenos húmedos en el área de bajada. Los ríos fueron canalizados, aterrizados y / o cubiertos por la red urbana. En este contexto, el objetivo de este trabajo consiste en analizar los cambios terporo-espaciales ocurridos en los ríos de la Subcuenca del Canal del Cunha resultantes de las intervenciones antrópicas, entre 1908 y 2012, a partir de parámetros morfométricos. El trabajo fue realizado a través del levantamiento bibliográfico, datos oficiales y de la cartografía histórica y actual. La investigación demostró que la red de drenaje - sometida a la urbanización - presentó cambios en el patrón de drenaje a lo largo del siglo XX. Además del patrón de drenaje modificado, la densidad hidrográfica y la densidad de drenaje, que relaciona el número y la extensión de los canales con el área de drenaje, presentaron alteraciones. El conocimiento previo de cómo eran estos ríos y sus características morfológicas, así como su patrón de drenaje, podrán auxiliar proyectos de planificación urbanística y ambiental, para así, mejor gestionar la subcuenca.

Palabras claves: Urbanización. Red de Drenaje Urbano. Canalización.

INTRODUÇÃO

Os rios do município do Rio de Janeiro sofreram alterações morfológicas e morfométricas ao longo do desenvolvimento urbano. Este sítio, que reúne – predominantemente – dois tipos de fisiografias (maciços litorâneos e áreas de baixada), era contemplado por um ambiente aquático (pântanos, brejos, lagoas e rios meandantes e sinuosos) que compunha as áreas de baixada na orla da Baía de Guanabara e Oceano Atlântico.

De acordo com Bartalini (2006, p. 89), “entre os elementos naturais que há mais tempo participam do espaço humanizado estão os rios. Vinculam-se à própria formação dos territórios e à fundação da maior parte das cidades em todo o mundo, fato que o caso brasileiro vem confirmar”. Para Amador (2012), as bacias hidrográficas da borda da Baía de Guanabara vêm sendo modificadas desde o início da colonização, tendo as transformações mais drásticas no início do século XX, quando se iniciou o processo de canalização nos rios.

Segundo Knighton (1984), há dois tipos de mudanças realizadas em rios induzidas pelo homem. O primeiro corresponde a mudanças diretas no canal fluvial através das obras de engenharia. O segundo são as mudanças indiretas ligadas às atividades humanas realizadas na bacia hidrográfica (remoção da vegetação, agricultura, urbanização, entre outras). Ambos os tipos, geram efeitos que podem ser transmitidos a longas distâncias.

A canalização é uma obra de engenharia realizada no sistema fluvial que envolve a direta modificação da calha do rio e desencadeia consideráveis impactos no canal e na planície de inundação (CUNHA, 1995a; CUNHA, 2011). De acordo com Christofletti (2005, p. 425), “a canalização compreende todas as obras de engenharia que visam ao alargamento, aprofundamento e à retificação dos canais, à proteção das margens e, mesmo, à construção de novos canais”. Para o autor, as obras de engenharia em canais fluviais correspondem principalmente à canalização de rios.

Cunha (2011) enfatiza que as obras de retificação têm como finalidade o controle das cheias, drenagem das terras alagadas e a melhoria do canal para a navegação. Para a referida autora, estas obras geram diversos impactos, como: mudança do padrão de drenagem, redução do comprimento do canal, perda dos meandros, alteração da forma do canal, diminuição da rugosidade do leito e aumento do gradiente do canal. Bartalini (2006, p. 91) afirma que “há inúmeros casos de cursos d’água capilares, anônimos e desaparecidos sob o chão das cidades, constituindo uma característica comum, pode-se dizer sem exagero, de praticamente todos os núcleos urbanos, por menores que sejam”.

O conhecimento dos antigos traçados dos rios faz com que, projetos de percepção e educação ambiental, projetos de recuperação de drenagem, e a renaturalização dos rios urbanos, criem cenários e perspectivas positivas para o quadro de conscientização e preservação ambiental. É um conhecimento que deve ultrapassar as barreiras dos saberes científicos e serem postas em prática no planejamento urbano.

Estudos de morfometria de bacias hidrográficas, tendo o viés da temporalidade, podem pontuar e quantificar os efeitos da urbanização no número e comprimento de canais, subtraídos ou adquiridos à paisagem, ao longo do tempo. Dessa forma, pode-se construir o cenário pré-urbano e durante/após as perturbações antrópicas.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho consiste em analisar as mudanças têmporo-espaciais ocorridas nos rios da Sub-bacia do Canal do Cunha (doravante SBCC) decorrentes das intervenções antrópicas, no período entre 1908 e 2012.

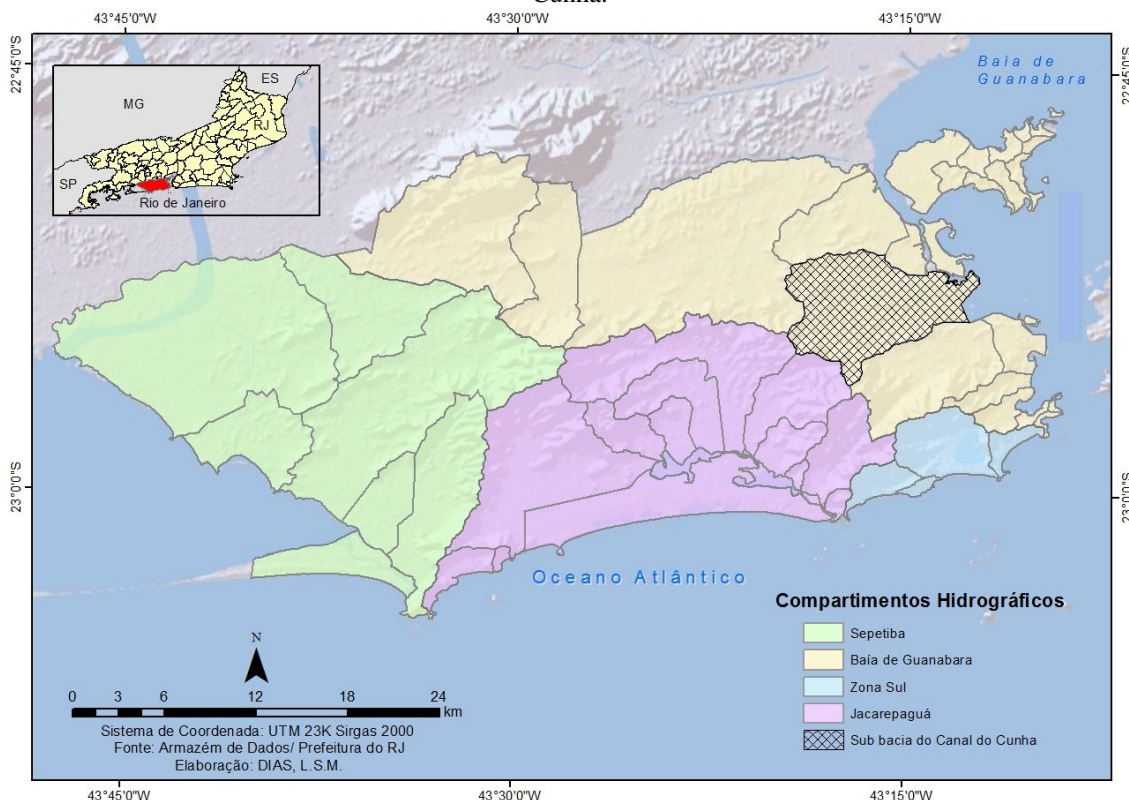
MATERIAL E MÉTODO

Área de Estudo

O município do Rio de Janeiro está dividido em quatro grandes compartimentos hidrográficos: Sepetiba, Jacarepaguá, Zona Sul e Baía de Guanabara, sendo formado cada um deles por um conjunto de sub-bacias. A SBCC insere-se no compartimento da Baía de Guanabara (figura 1), situada na zona norte da cidade, entre os paralelos $22^{\circ} 51'$ e $22^{\circ} 55'$ latitude sul e os meridianos de $43^{\circ} 15'$ e $43^{\circ} 20'$ de longitude oeste.

A ocupação da Sub-bacia é predominantemente urbana. Os 29 bairros totalmente inseridos na sub-bacia totalizam 743.085 habitantes (CENSO, 2010), tendo assim, a densidade demográfica de 11.776 habitantes por km^2 . Dentre os bairros mais populosos, encontram-se: Méier (49.828 hab), Inhaúma (45.698 hab), Engenho de Dentro (45.540 hab), Piedade (43.378 hab) e Cachambi (42.415 hab) e os bairros que possuem as maiores densidades demográficas são: Jacarezinho ($40.254 \text{ hab}/\text{km}^2$) e Todos os Santos ($24.401 \text{ hab}/\text{km}^2$).

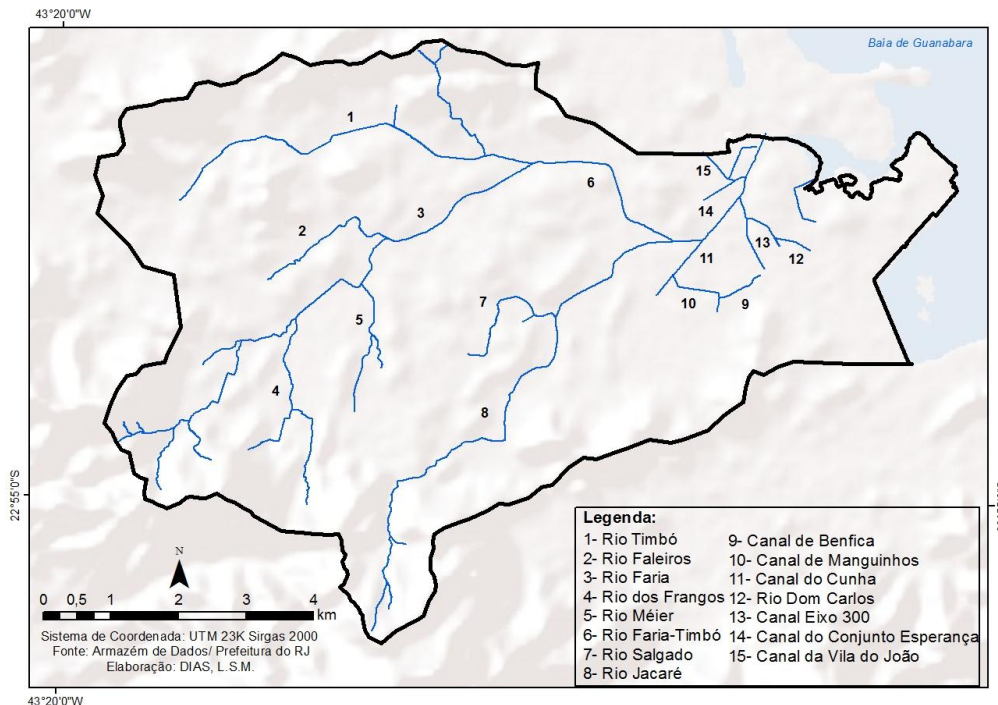
Figura 1: Compartimentos hidrográficos do município do Rio de Janeiro. Em destaque a Sub-bacia do Canal do Cunha.



A figura 2 apresenta os rios que compõem a área de estudo. A drenagem de maior extensão é o Rio Jacaré (8,3 km). O percurso deste transpassa os bairros de Jacarepaguá

(nascente), Lins de Vasconcelos, Engenho Novo, Jacaré e Jacarezinho. O de menor extensão é o Rio dos Frangos (2,5 km), afluente do Rio Faria.

Figura 2: Rede hidrográfica da Sub-bacia do Canal do Cunha.



Fonte: Armazém de Dados/Prefeitura do RJ.

Procedimentos Metodológicos

Para analisar as mudanças têmporo-espaciais ocorridas na rede de drenagem da SBCC, provenientes das intervenções antrópicas, foram organizadas as etapas: pesquisa bibliográfica sobre o histórico de obras de engenharia nos canais, levantamento de cartografia histórica, georreferenciamento e mensurações de parâmetros morfométricos (densidade hidrográfica e densidade de drenagem).

As informações sobre as intervenções estruturais nos canais foram obtidas através de consulta aos acervos das bibliotecas: Sociedade dos Engenheiros e Arquitetos do Estado do Rio de Janeiro, Clube Militar, Arquivo Geral da Cidade do Rio de Janeiro, Arquivo Nacional e Biblioteca Nacional. O material histórico do Jornal O Globo também fora consultado, além do acervo do Jornal do Brasil – disponível na Biblioteca Nacional. A Fundação Rio-Águas, através da Diretoria de Obras, disponibilizou plantas que indicam os locais de intervenção nos canais da Sub-bacia, pelo Projeto-Rio (década de 1980).

O levantamento de plantas, cartas e mapas históricos do município do Rio de Janeiro, entre os anos de 1800 a 1995, foi realizado em duas importantes instituições públicas:

Arquivo Nacional e Biblioteca Nacional, levando em consideração se o material da cidade abrangia a área de estudo. Sendo assim, foram adquiridos 16 mapas históricos.

De posse do material cartográfico da bacia hidrográfica em epígrafe foi realizada a análise crítica para seleção dos mapas e plantas. Adotou-se como critério de seleção: abrangência da área da SBCC, nível de informação, escala e ano do mapa. Após o crivo foi selecionada a Planta da Cidade do Rio de Janeiro (1:15.000), organizada pela Repartição da Carta Cadastral do Distrito Federal (1908) adquirida no Arquivo Nacional. Esta planta, em relação às demais, é a que possui maior nível de informação e qualidade elevada, além de contemplar a área de estudo com grande abrangência.

A mencionada planta foi georreferenciada através do software ArcGis desktop 10 (Laboratório de Geografia Física/UFF). A base cartográfica para o georreferenciamento foram as ortofotos do Instituto Pereira Passos (2012; 1:2.000; Datum Sirgas 2000). As articulações das ortofotos (261 E, 261 F, 262 E, 286 A, 286 B, 287 A e 286 D) compreendem por completo a SBCC. Este processo foi executado com base nos pontos de controle existentes – à época e atual – para que coincidissem. Nesta etapa, teve-se como apoio o Google Maps que indicou o nome das vias.

Foi criada uma camada de vetorização (em linhas) da rede de drenagem com a planta de 1908 (georreferenciada). E para realizar o mesmo processo de vetorização dos rios correspondentes ao ano de 2012, foram utilizadas as ortofotos supracitadas. Foram considerados apenas os rios e canais que estão visíveis, ou seja, descartou-se os rios tamponados, tendo em vista que alguns trechos da drenagem encontram-se cobertos e a dificuldade da observação em campo.

Através das informações geradas pela reconstituição da rede de drenagem (1908) e drenagem de 2012 dos rios da sub-bacia foi possível realizar as mensurações dos parâmetros morfométricos selecionados.

Foram quantificadas as mudanças na densidade hidrográfica (D_h) e densidade de drenagem (D_d). Estes dois parâmetros serviram para verificar os valores de números e comprimentos dos canais em relação a área da bacia. Para o cálculo de D_h , a hierarquização de canais é necessária, deste modo, adotou-se a metodologia de Strahler (1952).

Para a comparação espaço-temporal destes parâmetros, foi considerada apenas a área da sub-bacia com a antiga linha de costa (1908; 58,4 km²), ou seja, sem a inclusão da área de aterro e seus respectivos canais artificiais, presentes na paisagem de 2012.

É importante ressaltar que parte da bacia a sudoeste não foram computados os parâmetros, uma vez que a planta de 1908 não incluía a drenagem nesta área. Além disso, na

planta de 2012 não foram computados os rios Faleiros (afluente do Rio Faria) e Salgado (afluente do Rio Jacaré), por não constarem na carta de 1908. Estes não são canais que foram construídos, como é o caso dos canais existentes na área de aterro. Com isso, foram alcançados valores de Dh e Dd próximos da realidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Histórico sobre as Obras de Engenharia nos Canais

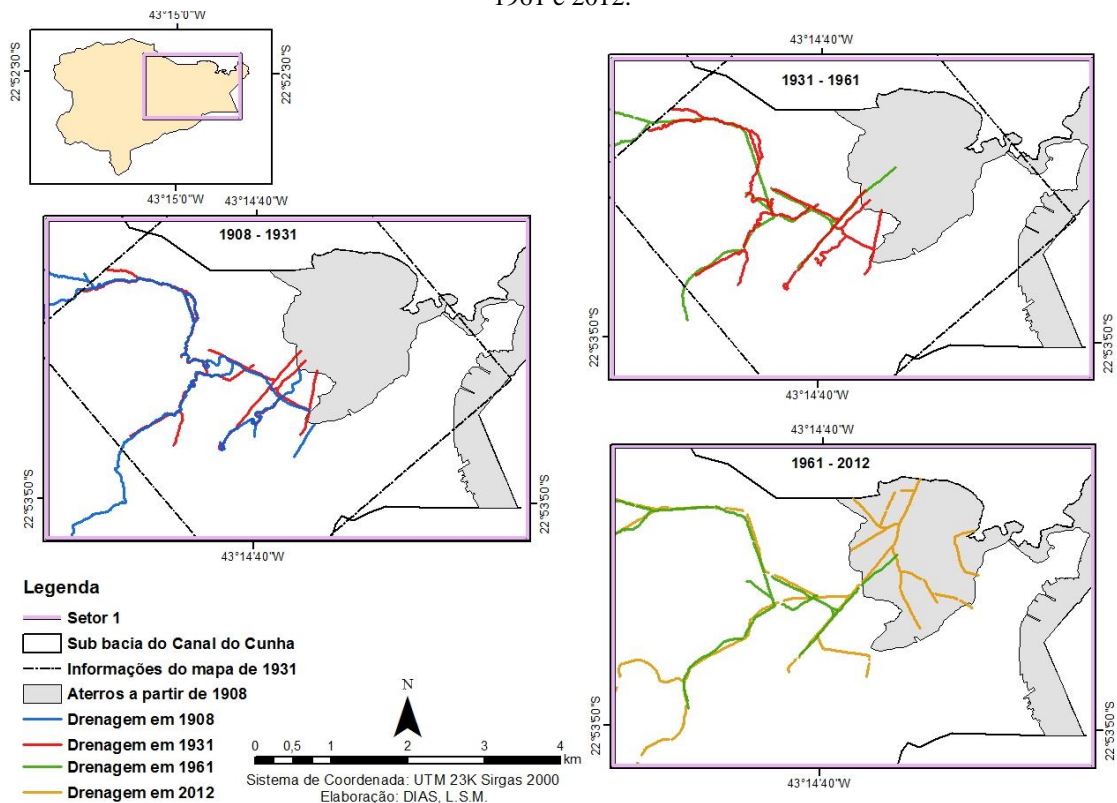
A necessidade da expansão física da cidade do Rio de Janeiro, devido ao crescimento vetorial da população durante o século passado, fez com que a paisagem fosse modificada com sucessivos desmontes e aterros. Os desmontes – onde era possível fazê-los – proporcionaram material necessário para os aterros das áreas alagadas. Além da mudança na paisagem, com efeito de tais obras, diversos ecossistemas foram dizimados, impactando a flora e a fauna dependente desses habitats (AMADOR, 2012).

Na SBCC, o processo de aterramento, progressivo ao longo do século XX, hodiernamente encontra-se ocupado por ruas, avenidas, Refinaria de Manguinhos, Estação de Tratamento Alegria e habitações. Os maiores aterros do século XX, na área da sub-bacia, foram: Cais do Porto, segunda etapa (Caju e São Cristóvão, em 1924); aterro das enseadas de Manguinhos e Inhaúma para construção do aeroporto de Manguinhos e da Avenida Brasil, de 1928 a 1930; aterro de conurbação de diversas ilhas da enseada de Inhaúma (1949) para a criação da Ilha do Fundão; aterro do Projeto Rio, de 1979 a 1980, no local onde existiam as palafitas da Maré (COELHO, 2007).

A paisagem nestas áreas foi modificada e, conseqüentemente, os rios foram alterados. Para que se tornasse possível aterrar um terreno alagadiço, tiveram que ser construídos canais artificiais para drenar a área. Desta forma, os trabalhos de aterramento têm relação direta com os canais existentes e suas formas impostas, artificiais ou não.

O trecho leste da SBCC passou por mudanças estruturais em seu terreno (figura 3). Brejos, pântanos e mangues compunham esta área alagada até o início das intervenções realizadas ao longo do século XX. O trecho leste é peculiar à sub-bacia, devido às intervenções ocorridas - aterros, retificações e canalização de rios, além da construção de canais artificiais. Dessa forma, além de impactar o ecossistema dos mangues, pântanos e brejos – que eram predominantemente presentes -, modificaram a forma e o padrão de drenagem dos rios que compunham a sub-bacia.

Figura 3: Trecho leste da Sub-bacia do Canal do Cunha e a evolução dos canais fluviais dos anos: 1908, 1931, 1961 e 2012.



Fonte: DIAS, 2016.

A Comissão de Saneamento da Baixada Fluminense, criada em julho de 1933, pelo Departamento Nacional de Portos e Navegação, elaborou um relatório com estudos chefiados pelo engenheiro Hidelbrando de Araujo Góes, sobre documentos de antigas comissões na Baixada Fluminense (projetos e obras executadas nos canais fluviais). Dessa forma, a Comissão poderia averiguar a possível contiguidade de projetos nesta região, e dar prosseguimento a outras obras.

Para Saturnino Brito (citado por GÓES, 1934), as ações das comissões teriam que “drenar e sanear” os cursos que deveriam dragar e retificar. Nessa visão, os rios saneados são os rios desobstruídos, com a retirada da vegetação e material sólido da calha do rio, além da eliminação das barras e ilhas fluviais com a dragagem, e desta forma, os rios retificados, seriam os rios saneados.

Em 30 de dezembro de 1920, foi autorizado pelo decreto nº 144589, o contrato para a concessão dos serviços e prosseguimento das obras de saneamento. Desse contrato, havia os seguintes objetivos que contemplam a área de estudo:

1. Canalização dos córregos que deságuam em Manguinhos, em cursos de seção uniforme de 10 metros por 3 metros, com talude natural revestido de grama, na zona aterrada em Manguinhos;
2. Aterro da enseada de Manguinhos (com produtos dos desmontes de morros próximos);

3. Enroscamento (3 metros) de proteção do aterro;
4. Retificação e drenagem, onde necessário, dos rios principais que atravessam a zona beneficiada pelo presente contrato, com escavações não excedendo de 15.000 m³ em média, por km (GOÉS, 1934, p. 248).

Autorizado este contrato, o engenheiro Alencar Lima junto com o Banco Português no Brasil criou a Sociedade Anônima Empresa de Melhoramentos da Baixada Fluminense, que por sua vez, tinha concessão pela Secretaria do Estado do Ministério da Viação e Obras Públicas, de realizar as obras do projeto. Em 29 de abril de 1922, tiveram as obras iniciadas. Os serviços executados pela Empresa Melhoramentos da Baixada Fluminense foram suspensos em fevereiro de 1931, e ficaram circunscritos a enseada de Manguinhos, e não aos outros espaços que o projeto havia contemplado (GÓES, 1934).

Foi criado, em 1933, pelo governo Getúlio Vargas, a Comissão de Saneamento da Baixada Fluminense, mais tarde Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), com o objetivo de definir uma linha de ação que 13 comissões anteriores não tinham conseguido estabelecer (COELHO, 2007). As primeiras ações foram as desobstruções manuais dos rios, em uma tentativa de restabelecer as condições naturais de escoamento destes canais. Segundo o autor, com essas medidas, grandes extensões de terrenos foram aproveitadas e focos de malária, eliminados. Os grandes problemas se resumiam na recuperação de áreas alagadas periodicamente pelas marés, obras de controle de enchentes e inundações e a dragagem de novos leitos dos rios que se espraiaram em brejos e pântanos.

O DNOS era chefiado pelo engenheiro Hidelbrando de Araújo Góes, chefe da Comissão de Saneamento da Baixada Fluminense. Para Lamego (1948, p. 84), os engenheiros responsáveis pelas obras, puderam

(...) projetar a monumental transfiguração da cintura charcosa da Guanabara, preparando a base física para o acelerado avanço de uma futura Nova York ou Londres, que já sobre ela incontinentemente se derrama. Por que é este o verdadeiro fim do saneamento dessas margens paludosas, caso particular em que o desenvolvimento de uma economia agrícola e industrial a ser planejada pelo Departamento, irá sendo recoberto por faixas urbanas satélites do Rio de Janeiro.

De acordo com o Ministério da Viação e Obras Públicas, os planos de serviços correspondentes à área da Baixada Fluminense, executados pelo DNOS, foram:

- I – Projetar, executar ou finalizar quaisquer obras de saneamento da Baixada Fluminense;
- II – Realizar os estudos necessários para o conhecimento do regime dos rios, bem como a forma e natureza das bacias hidrográficas, empregando-se os processos mais indicados para cada caso;
- III- Elaborar um plano de desenvolvimento econômico da região, não só organizando bases para a sua colonização, como para a criação de cooperativas de produção, instalação de novas indústrias, etc.;
- IV- Levantar o cadastro imobiliário de toda a região da Baixada Fluminense, a fim de ser aplicado o item anterior.

V- Sugerir as bases de uma legislação especial com o objetivo de ir, metodicamente, aliviando o governo dos ônus, do saneamento e da conservação das obras que forem executadas (LAMEGO, 1948, p. 181).

Segundo Lamego (1948), em 1939, poucos anos após o início dos trabalhos realizados pela Comissão, já podia notar as modificações ocorridas na Baixada da Guanabara. Até este ano, o DNOS já havia realizado a desobstrução de 3.800 km de rios na Baixada da Guanabara. Em 1940, iniciara-se as grandes obras – consideradas como definitivas à época – de engenharia hidráulica.

Reis (1943, p. 232), em uma análise realizada sobre os rios Faria e Timbó, expõe

a vasta área banhada pelos cursos inferiores dos rios Faria e Timbó, que se estende entre a Linha Auxiliar e Rio D'Ouro, desse lado e Leopoldina do outro, desde Bonsucesso, para além de Inhaúma até Engenho do Mato e Tomaz Coelho, numa direção acompanhando a Estrada Velha da Pavuna, e, desde Del Castilho noutra direção, seguindo a Avenida Suburbana, permanece até hoje um hiato, sem construção, constituindo terrenos baldios.

O autor supracitado, que era secretário geral do Ministério de Viação e Obras Públicas, elucida sobre o retardamento sobre o progresso nesta área do subúrbio: a dificuldade de transporte e as inundações dos rios Faria e Timbó. As inundações eram ocasionadas pela falta de limpeza e conservação dos cursos d'água, o que também colabora para a situação "inóspita e pouco agradável a moradia em tal zona" (REIS, 1943, p. 235). Para o mesmo autor, a Comissão do Plano da Cidade elaborou diversos projetos aprovados que compreendia a área – em diferentes épocas.

Um importante órgão foi criado no final da década de 1950. A Prefeitura do Distrito Federal, em 28 de novembro de 1957, cria pela lei n.º 899, a Superintendência de Urbanização e Saneamento (SURSAN). A SURSAN foi constituída como autarquia, e tinha duas coordenações: Obras de Urbanização e Obras de Conservação, além de um Departamento Geral de Projetos. Desse modo, o artigo 1º dessa lei instituído pela Prefeitura, contempla um fundo especial de obras públicas destinado a prover e financiar a execução do Plano de Realizações. Desse modo fica instituída pela SURSAN planos de obras da cidade, no campo da infraestrutura urbana, ou seja, as intervenções nos canais fluviais na cidade são de responsabilidade da Superintendência em questão.

Na segunda metade do século XX, muitas obras foram realizadas nos rios da sub-bacia. Nesse período, as formas dos canais que permaneceram naturais foram artificializadas. Pode-se afirmar que todos os rios passaram por alguma intervenção neste período. Os meandros e a sinuosidade foram trocados por formas artificiais retilíneas. Foi executada a

ligação do Canal do Faria com o Rio Faria, dessa forma, foi constituído o Rio Faria-Timbó. Em 1961, anterior à esta intervenção, o Rio Faria desaguava no Rio Jacaré e, assim, o curso d'água percorria até o Canal do Cunha. O Canal do Cunha – mais uma vez – tem o seu curso prolongado pelas obras.

O livro Rios do Rio (1965) informa sobre as obras realizadas que, sob a responsabilidade do Departamento de Urbanização, foram executadas em cinco anos o que nenhum governo anterior conseguiu fazer: 35 km de canais e galerias de grande porte foram construídos. Rios foram canalizados tornando-se canais abertos ou cobertos. A justificativa das obras era em torno da questão que é presente até os dias atuais: a solução para a problemática das enchentes urbanas. Alguns trechos dos rios que compõe a SBCC foram contemplados por projetos de canalização elaborados pelo Departamento de Urbanização, como o caso do Rio Faria.

Ao finalizarem as obras propostas de canalizações – com o intuito de acabar com as recorrentes enchentes -, a SURSAN comemorou como se tivesse solucionado o problema-fenômeno. Porém, um ano depois da divulgação do livro – em 1966 -, ocorrera uma grande enchente, impactando o município do Rio de Janeiro. Esta enchente causou dezenas de mortes, estragos em benfeitorias urbanas, moradias, entre outros efeitos negativos, além de evidenciar que as enchentes não se combatiam com a canalização dos rios da cidade.

Através do Departamento de Rios e Canais (DRC) foram realizadas obras de regularização e canalização – da jusante para montante – de toda rede hidrográfica da Guanabara (ESTADO DA GUANABARA, 1970). Este novo Departamento da SURSAN – à época – era responsável pela dragagem, barragem, retificação e canalização dos rios da cidade. Deve-se ressaltar que as obras foram concentradas e tiveram prioridade onde havia núcleos de população e centro urbanos.

Em 1960, o DRC executou obras de dragagem e retificação nos rios Faria-Timbó e Jacaré. O canal fluvial onde se efetuou o maior número de obras, neste período, foi o Rio Jacaré, onde tiveram que realizar desapropriações ao longo do seu curso (ESTADO DA GUANABARA, 1970).

De acordo com o Estado da Guanabara (1970), no biênio 1969 e 1970 foram concluídas as obras previstas na SBCC. Neste período os rios tiveram seus leitos concretados, tornando-se impermeável. O Rio Faria foi um dos primeiros a ter essa obra realizada na sub-bacia. Estas obras foram financiadas pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (criado em 1959). Ressalta-se que até a década de 1970, a SURSAN e os demais órgãos atuantes realizaram as obras em trechos dos rios da sub-bacia, e não em toda extensão dos rios.

Segundo Weber (Jornal do Brasil, 8/3/1971), a SURSAN realizou obras parciais de recuperação dos rios Jacaré, Salgado, Faria e Timbó. Entre as obras realizadas contra as enchentes, o diretor da DRC citou ‘‘a ligação do rio Dom Carlos, em São Cristóvão, ao mar através de uma passagem em baixo do ramal de minério, entre a Avenida Brasil e a baía’’ (Jornal do Brasil, 8/3/71). Segundo a mesma reportagem, também necessitavam de obras os rios Benfica, na Avenida Brasil, onde foi sugerida a ligação direta com a baía, já o Rio do Cunha (trecho superior) apresentava canalização e retificação parcial. Para o diretor do DRC,

(...) certos rios não comportam as soluções de barragens para diminuir o seu poder de erosão ainda nas vertentes. Citou como exemplo os rios Faria e Timbó, cuja descarga é atualmente três vezes superior ao que o canal comporta. (JORNAL DO BRASIL, 8/3/71)

As dificuldades dos engenheiros em controlar os rios por meio de canalizações, iam mais a diante devido aos custos empregados em tais obras.

Na década de 1980, o DNOS elaborou o Projeto Rio. Este projeto, vinculado a outras instituições, previa o aterro da área de Manguinhos. Ao lado do Canal do Cunha, foram construídas habitações populares destinadas à população que fora removida de outras favelas da cidade. Esta última intervenção ocorreu através do Banco Nacional de Habitações (BNH) e a Companhia Estadual de Habitações, que previam contemplar a recém área aterrada com infraestrutura urbana: canalização de esgotos, rede de água e escoamento de águas pluviais (JORNAL DO BRASIL, 17/01/80).

O Projeto Rio previa a canalização e impermeabilização em todos os rios da Sub-bacia. Até o período da execução das obras, alguns rios principais, como o Rio Timbó, tinham trechos de leitos com o fundo natural, ou seja, não impermeabilizado. A reportagem do dia 28 de março de 1982, do Jornal O Globo, expõe os principais rios que seriam contemplados por obras do Projeto Rio: Timbó, Faleiros, Dos Frangos, Faria, Méier, Faria-Timbó, Salgado, Jacaré, Canal do Cunha, Canal de Manguinhos, Canal de Benfica, Dom Carlos e seus afluentes.

Estas ações, planejadas pelo Projeto Rio, previam a execução de obras – nos rios da sub-bacia - de canalização, impermeabilização dos leitos e das margens, reconstrução de obras que já haviam sido executadas, além do aterro de trechos de cursos d’água, como fora projetado para o Rio Jacaré. Ora, não necessita de demasiado conhecimento técnico para saber que tal intervenção de aterramento de cursos d’água não previne e nem atenuam os efeitos das enchentes. Moreira (1931, p. 58) explanava – já à época – sobre esta questão: "quem aterra, espalha a inundação".

No final da década de 1980, o Programa Reconstrução Rio teve início para corrigir as consequências calamitosas das chuvas de verão de 1988. Este projeto envolvia elementos de

intervenções em drenagem, esgotamento sanitário, remoção de resíduos sólidos e reflorestamento (COELHO, 2007). Este programa se estendeu a todo o Estado e teve continuidade até a década de 1990. Obras foram realizadas por concessões, como foi o caso da empresa CIVILPORT, que realizou as obras de canalização por concreto armado – fechados e abertos – dos rios Faria, Méier e Faleiros.

Em 1998, foi criada a Fundação Rio-Águas, órgão vinculado a prefeitura do Rio de Janeiro. Esta instituição é responsável – até os dias atuais – pela implementação de obras de macrodrenagem e microdrenagem dos rios, projetos de prevenção de enchentes, recuperação ambiental de rios, dragagens, entre outras responsabilidades que envolvem a questão do manejo das águas da cidade. De maneira geral, a Fundação é quem executa as obras de canalização - e manutenção - dos rios da cidade.

Densidade de Drenagem e Densidade Hidrográfica

Ao longo dos 104 anos que separam os anos de 1908 e 2012 notaram-se mudanças têmporo-espaciais no ambiente fluvial da SBCC, induzidas pelas intervenções antrópicas. Além das alterações nas formas, a quantidade do número e o comprimento dos canais também foram afetados. Segundo Antoneli & Thomaz (2007), os parâmetros morfométricos podem revelar indicadores físicos específicos para um determinado local, de forma a qualificar as alterações ambientais ocorridas na bacia.

Christofolletti (1980) afirma que a Dh é importante, por representar o comportamento hidrográfico de bacias de drenagem, em um aspecto fundamental: a capacidade de gerar novos cursos de água. A rede de drenagem sofre as consequências da urbanização pela redução do número de canais.

Os valores da Dh evidenciaram diferenças na área de análise (tabela 1). A rede de drenagem em 1908 apresentava seis canais de 1ª ordem a mais em relação à rede fluvial de 2012. Esta redução trouxe modificação na Dh destes pares de ano: de 0,44 canal/km² passou a ter 0,34 canal/km², em 2012. Os canais de 2ª e 3ª ordem não sofreram alterações.

Tabela 1: Número de canais e a densidade hidrográfica (Dh) da SSBC.

Hierarquia dos Canais	Sub-bacia em 1908 (58,4 km ²)	
	1908	2012
1 ^a	19	13
2 ^a	6	6
3 ^a	1	1
TOTAL	26	20
Dh	0,44	0,34

N = número de canais; Dh=N/km².

Com a urbanização, alguns canais foram cobertos ou até mesmo aterrados. A figura 4 evidencia um córrego presente na rua Aquidaban, no bairro do Méier, sendo tamponado por concreto armado, durante o período do prefeito do Distrito Federal Henrique Dodsworth (1937 a 1945).

Figura 4: Córrego no Méier que fora coberto por concreto armado.

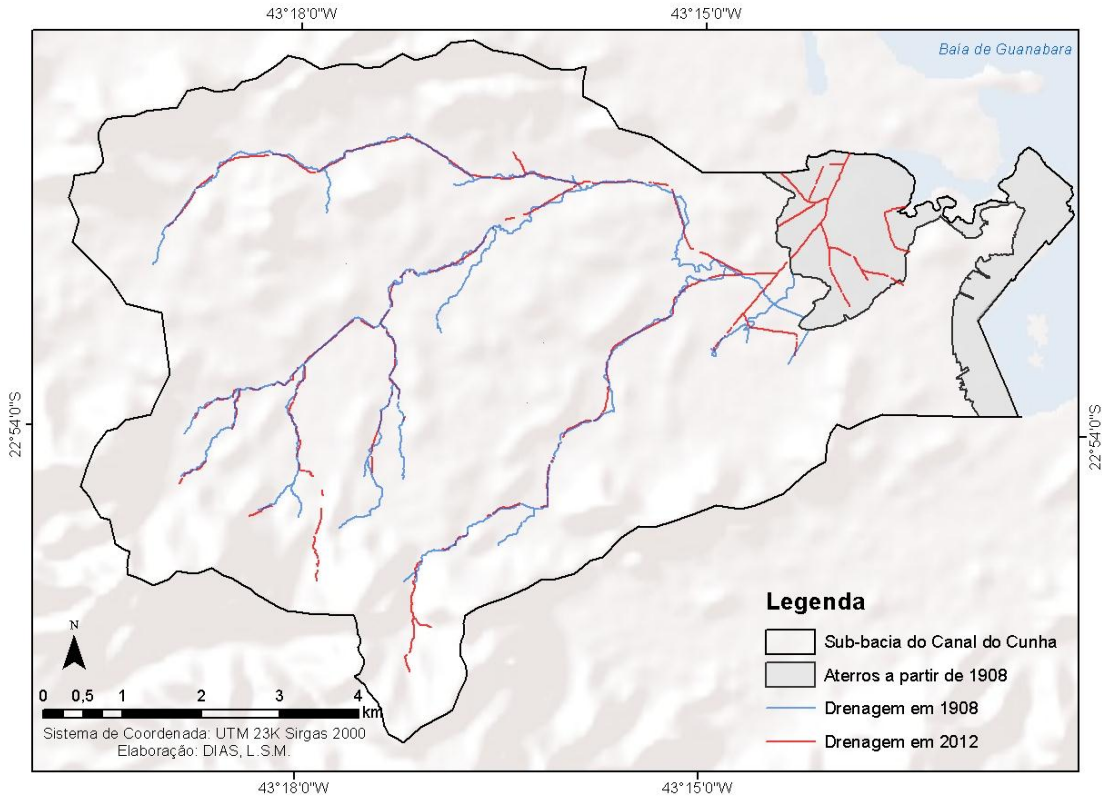


Fonte: Administração Henrique Dodsworth (1940)

A figura 5 apresenta a sobreposição das redes de drenagem de 1908 e 2012, com a inserção da área de aterro na SBCC. No Rio Timbó, em 1908, existiam 3 afluentes (1^a ordem), e em 2012, este rio apresenta somente um, próximo à confluência do Rio Faria. Ainda, no Rio Faria há um grande afluente que não está mais presente na paisagem, e o restante dos tributários apresentam-se segmentados, ou seja, cobertos por diversos aparelhamentos urbanos. No Rio Jacaré há um rio de 1^a ordem (drenagem antiga) que não existe mais, por estar coberto ou por ter sido aterrado. Todas estas transformações foram induzidas pela ação

humana, pois conforme a urbanização fora se intensificando, os rios foram alterados – quase que numa relação proporcional.

Figura 5: Sobreposição da rede de drenagem de 1908 e 2012, com as configurações dos limites da SBCC (antiga e atual – com a área de aterro incluída).



Fontes: Planta da Cidade do Rio de Janeiro; Armazém de dados/Prefeitura do RJ.

Segundo Vilela & Mattos (1975), a Dd fornece indicação da eficiência de drenagem de bacias hidrográficas e, com isso afirma, que este índice varia de 0,5 km/km², para bacias com drenagem pobre, a 3,5 ou mais, para bacias bem drenadas. Os resultados encontrados se aproximaram do que os autores consideram uma bacia pobre em Dd (tabela 2). Uma baixa Dd indica maior superfície de contribuição, e dessa forma, faz com que o deflúvio demore mais tempo para atingir os canais fluviais (GARCEZ, 1974).

Tabela 2: Comprimento dos canais e densidade de drenagem (Dd) da SBCC.

Área de Análise	L		L ₁	2012 (%)	
	1908	2012		L - mantido	L - reduzido
Sub bacia em 1908 (58,4 km ²)	43,19	27,61	15,58	63,93	36,07
Dd	0,74	0,47	-	-	-

L = comprimento dos canais (km); L₁ = L reduzido; Dd = km/km²

A rede de drenagem (1908) tinha 43,19 km, desta forma, ao comparar com a drenagem de 2012 apresenta maior valor. Este fato pode ser explicado pelos cortes dos meandros e a sinuosidade natural dos rios, diferente das formas retificadas da rede de drenagem em 2012 (27,61 km). A perda da extensão entre estes anos fora de 15,58 km de canais, sendo que a Dd passou de 0,74 km/km² para 0,47 km/km², redução de 36,07% do comprimento dos canais da sub-bacia. Este fato evidencia que os trabalhos realizados pelo DNOS, SURSAN e outros, trouxeram mudanças significativas para a rede de drenagem, contribuindo para reduzir a Dd da SBCC.

A drenagem em 1908 apresenta-se sinuosa, com presença de meandros ao longo de todos os principais cursos d'água (rios Faria, Timbó, Jacaré e Cunha) e, ao longo de um pouco mais de um século, encontra-se totalmente alterada. Para Assumpção & Marçal (2012), a retificação de rios é um processo no qual os canais fluviais são artificialmente alterados na sua forma através do aprofundamento e/ou alargamento da calha fluvial e da retirada de meandros, alterando, sobremaneira, a morfometria e a extensão do perfil longitudinal dos canais, o que interfere direta e indiretamente em todo o sistema fluvial da bacia. As figuras 6^a e 6b apresentam, em detalhe, quatro áreas amostrais sobre as mudanças ocorridas no comprimento e número dos canais fluviais entre os anos de 1908 e 2012.

Figura 6a: Locais de amostragem da rede de drenagem da SBCC, em 1908 e 2012.

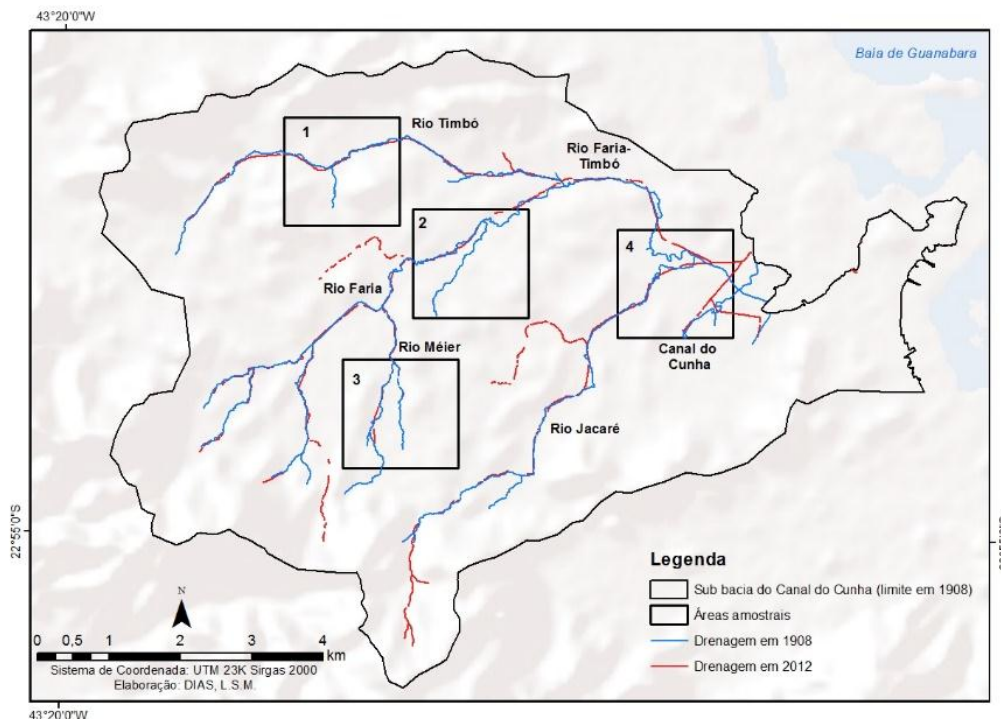
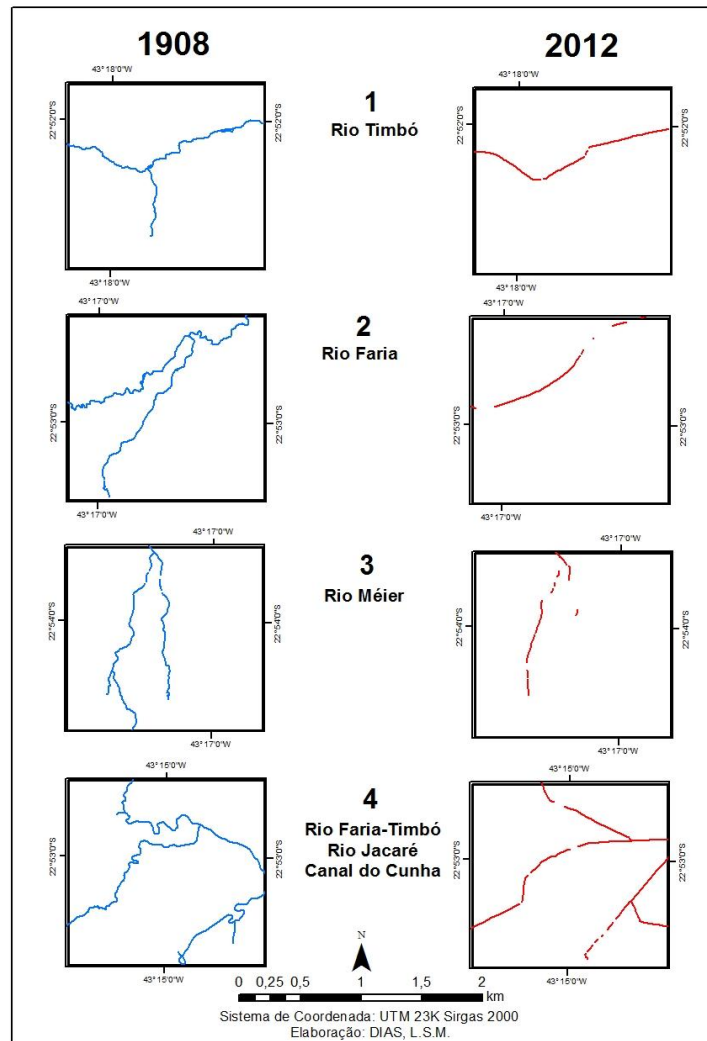


Figura 6b: Locais de amostragem da rede de drenagem da SBCC, em 1908 e 2012.



Fontes: Planta da Cidade do Rio de Janeiro (1908); Armazém de dados/Prefeitura do RJ.

A amostra (1) apresenta trecho do Rio Timbó, onde em 1908 havia um afluente, no bairro de Pilares que na atualidade encontra-se coberto; a amostra (2) tributário do Rio Faria que, como a situação amostral anterior, aterrado ou tamponado. O Rio Faria perdeu os meandros e a sinuosidade natural apresentando-se de forma retificada; a amostra (3) o Rio Méier, afluente do Rio Faria, fora modificado através das obras de engenharia – pela canalização e retificação -, assim como construção de vias e prédios por cima do canal; e por fim, a amostra (4) confluência dos rios Faria e Timbó e o Canal do Cunha, apresentam forma demasiadamente distintas entre os anos apresentados. Em 1908, tanto o Rio Timbó quanto o Rio Faria tinham a morfologia sinuosa com presença de meandros tortuosos. Em 2012, não existem mais meandros nem sinuosidades, apenas canais retificados. O mesmo processo ocorreu com o Canal do Cunha. Para Cunha (2011), os impactos causados pelas obras de

engenharia são, na maioria, fenômenos localizados que ocasionam efeitos em cadeia, com reações – muitas vezes – irreversíveis.

Ainda, de acordo com Cunha (1995b), os impactos causados pelas obras de engenharia relacionam-se com às alterações no comportamento natural dos rios, como a perda de sinuosidade do canal, modificações no padrão de drenagem, alterações no regime das descargas, no padrão de escoamento, na velocidade dos fluxos, elevação dos picos de descargas nos tributários, bem como aumento da carga de sedimentos, diminuição da rugosidade do leito, aumento da erosão nos afluentes, ocasionado pelo abaixamento do nível de base, além da perda ou destruição de habitats naturais, da mata ciliar e de mangues, entre outros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa demonstra que a rede de drenagem - submetida à urbanização -apresentou alterações no padrão de drenagem ao longo do século XX. O resultado das intervenções antrópicas gerou transformações fluviais, onde os rios se tornaram artificializados.

Anterior à urbanização, os canais apresentavam-se sinuosos, com presença de meandros tortuosos, ilhas fluviais e a planície de inundação dos rios não era ocupada. As primeiras intervenções ocorridas de modo a alterar estes padrões no período de aterramento dos terrenos alagáveis – próximos à foz do Rio do Cunha -, e as retificações dos canais.

As canalizações realizadas pelo DNOS e SURSAN nos rios da SBCC concentram-se entre as décadas de 1940 a 1980, somando um período de 40 anos. Pode-se afirmar que as obras foram motivadas (primordialmente) pelas inundações, e tinham como intuito solucionar a questão. Porém, não obtiveram êxito neste quesito.

Observou-se que os resultados de Dh e Dd apresentaram alterações na comparação têmporo-espacial. Na comparação entre os pares de anos analisados, a Dh da SBCC modificou-se: de 0,44 canal/km² passou a ter 0,34 canal/km², ou seja, redução de 0,10 canal/km². Esta diminuição apontada corresponde aos canais de 1ª ordem que sofreram obras de ocultação dos rios, podendo ser pelo aterramento ou tamponamento dos canais.

A Dd apresentou reduções, devido ao encurtamento, tamponamento e aterramento dos rios, e, sobretudo, aos aspectos que envolvem a obra de canalização. A drenagem da Sub-bacia, em 1908, apresentava 43,19 km de rios (0,74 km/km²) sinuosos e meandrosos. Com as intervenções antrópicas realizadas nos rios ao longo do século XX, este número foi reduzido para 27,61 km de canais (0,47 km²/km), ou seja, 15,58 km de drenagem a menos. Estas

reduções no comprimento de canais podem favorecer o acúmulo e fluxo d'água em eventos de pluviosidade, ocasionando enchentes urbanas.

As intervenções nos rios da SBCC puderam ser identificadas através da análise de dados fornecidos pela cartografia histórica, de modo que através da mesma foi possível avaliar a magnitude do processo de urbanização e seus impactos aos canais fluviais.

Trabalho enviado em Junho de 2017
Trabalho aceito em Novembro de 2017

REFERÊNCIAS

- ADMINISTRAÇÃO HENRIQUE DODSWORTH. Revista Municipal de Engenharia. N. 4. Volume VII. Julho. Rio de Janeiro, 1940. 255-340 p.
- AMADOR, E. S. Bacia da Baía de Guanabara: Características Geoambientais, Formação e Ecossistemas. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2012. 432 p.
- ANTONELI, V. THOMAZ, E.L. Caracterização do Meio Físico da Bacia do Arroio Boa Vista - Guamiranga-PR. Revista Caminhos de Geografia. v. 8, n. 21 Junho. Uberlândia, 2007. 46 – 58 p.
- ASSUMPCÃO, A. P.; MARÇAL, M. S. Retificação dos Canais Fluviais e Mudanças Geomorfológicas na Planície do rio Macaé (RJ). Revista de Geografia (UFPE) V. 29, No. 3. 2012. 19 – 36 p.
- BARTALINI, V. A. Trama Capilar das Águas na Visão Cotidiana da Cidade. Revista USP. n.70. São Paulo, 2006. 88 – 97 p.
- BORSATO, F. H. & MARTORI, A. M. Estudo da Fisiografia das Bacias Hidrográficas Urbanas no Município de Maringá, Estado do Paraná. Acta Scientiarum. Human and Social Sciences. v. 26, n. 2. Maringá, 2004. 273-285 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do Conhecimento Geomorfológico nos Projetos de Planejamento. In: Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Guerra, A.J.T & Cunha, S.B. (orgs.). 6ª edição. Editora Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 2005. 415 – 437 p.
- _____, A. Análise de Bacias Hidrográficas. In: Geomorfologia. Editora Edgard Blucher, 2ª edição. São Paulo, 1980. 102 – 127 p.
- COELHO, V. B. Baía de Guanabara: uma História de Agressão Ambiental. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2007. 278 p.
- CUNHA, S. B. Impactos das Obras de Canalização: Uma Visão Geográfica. Anais VI Simpósio de Geografia Física Aplicada. Goiânia, 1995a. 431-437 p.
- _____, S. B. Impactos das Obras de Engenharia sobre o Ambiente Biofísico da Bacia do Rio São João (Rio de Janeiro – Brasil). Editora do Instituto de Geociências da UFRJ: Rio de Janeiro, 1995b. 378 p.

_____, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: Geomorfologia: uma Atualização de Bases e Conceitos. Guerra, A.J.T & Cunha, S.B. (orgs.). 10ª edição. Editora Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 2011. 211 – 252 p.

DIAS, L.S.M. Mudanças nos Canais Fluviais Induzidas pelo Processo de Urbanização: o caso da Sub-bacia do Canal do Cunha (RJ). Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2016. 141 p.

ESTADO DA GUANABARA. Rio 71. Governador do Estado da Guanabara (Negrão de Lima) / Secretário de obras publicas (Raymundo de Paula Soares)/ Superintendente da Sursan (Ronaldo Monteiro). Rio de Janeiro, 1970. 44 p.

GARCEZ, L.N. Hidrologia. São Paulo: Edgard Blucher, 1974.

GÓES, H. A. Saneamento da Baixada Fluminense. Ministério de Viação e Obras Publicas. Rio de Janeiro, 1934. 438 p.

KNIGHTON, D. Channel Changes Through Time. In: Fluvial Forms and Processes. Edward Arnold. Londres, 1984. 228 p.

LAMEGO, A. R. O Saneamento. In: O Homem e a Guanabara. Biblioteca Geográfica Brasileira. Publicação n. 5. IBGE. Conselho Nacional de Geografia. Rio de Janeiro, 1948. 294 p.

MOREIRA, C. Inundações no Rio de Janeiro. Revista Clube de Engenharia. Rio de Janeiro, 1931. 53 – 67 p.

REIS, J. O. Notícia sobre o Parkway Faria Timbó. Revista Municipal de Engenharia. N.2. Volume 5. Abril. Rio de Janeiro, 1943. 228 – 243 p.

RIOS DO RIO. Secretaria de Obras Públicas (SURSAN). Departamento de urbanização. Governo Carlos Lacerda. Rio de Janeiro, 1965. 47 p.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (Area Altitude) Analysis of Erosional Topography. Geol. Soc. America Bulletin. 1952.

VILELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia Aplicada. São Paulo: Mc Graw Hill do Brasil, 1975. 245 p.

JORNAIS

JORNAL DO BRASIL. Nota: ‘Projeto Rio começa em Manguinhos’. 17 de janeiro de 1980.

JORNAL O GLOBO. Inundações na Avenida Brasil: 73 pontos críticos. 28 de março de 1982.

WEBER, William. Rio tem há 40 anos plano para evitar enchente. Jornal do Brasil. 8 de março de 1971.

SITES

ARMAZÉM DE DADOS. Prefeitura do Rio de Janeiro. Instituto Pereira Passos (IPP). Disponível em <www.armazemdedados.rio.rj.gov.br>. Acesso em 1 de fevereiro de 2015; 15 de abril de 2015; 24 de maio de 2015.

CENSO (2010). Armazém de Dados. Prefeitura do Rio de Janeiro. Instituto Pereira Passos. Disponível em <www.armazemdedados.rio.rj.gov.br>. Acesso em 15 de abril de 2015.

Agradecimentos

O autor principal agradece à CAPES e à FAPERJ pelo apoio financeiro como bolsa de mestrado no PPGG da UFF.