

## EIXOS TEMÁTICOS:

- A dimensão ambiental da cidade como objeto de discussão teórica ( )
- Interfaces entre a política ambiental e a política urbana ( )
- Legislação ambiental e urbanística: confrontos e a soluções institucionais (X)
- Experiências de intervenções em APPs urbanas: tecnologias, regulação urbanística, planos e projetos de intervenção (X)
- História ambiental e dimensões culturais do ambiente urbano ( )
- Engenharia ambiental e tecnologias de recuperação ambiental urbana ( )

## **Mudanças espaço-temporais na Faixa Marginal de Proteção da lagoa da Tijuca e o processo de assoreamento do corpo lagunar a ser submetido ao 3º Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo**

*Spatiotemporal changes in riparian protection area of Tijuca lagoon and the siltation process of the water body to be submitted to 3º Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo*

MENA, Sonia (1); COELHO NETTO, Ana Luiza (2); COUTINHO, Bruno

(1) Mestranda, UFRJ – [soniamena@ufrj.br](mailto:soniamena@ufrj.br)

(2) Professora Pós-Dra, UFRJ – [ananetto@acd.ufrj.br](mailto:ananetto@acd.ufrj.br)

(3) Professor Doutor, UFRJ – [brunohenriquescoutinho@gmail.com](mailto:brunohenriquescoutinho@gmail.com)

**EIXOS TEMÁTICOS:**

- A dimensão ambiental da cidade como objeto de discussão teórica ( )
- Interfaces entre a política ambiental e a política urbana ( )
- Legislação ambiental e urbanística: confrontos e a soluções institucionais (x)
- Experiências de intervenções em APPs urbanas: tecnologias, regulação urbanística, planos e projetos de intervenção (x)
- História ambiental e dimensões culturais do ambiente urbano ( )
- Engenharia ambiental e tecnologias de recuperação ambiental urbana ( )

## Mudanças espaço-temporais na Faixa Marginal de Proteção da lagoa da Tijuca e o processo de assoreamento do corpo lagunar

*Spatiotemporal changes in riparian protection area of Tijuca lagoon and the siltation process of the water body to be submitted to the APP-URBANA 2014*

**RESUMO**

A lagoa da Tijuca, localizada numa ampla planície fluvio-marinha no município do Rio de Janeiro, está cercada por imponentes maciços costeiros, cujas descargas fluviais deságuam no sistema lagunar. A descarga de sedimentos e de esgoto influencia fortemente o estado ambiental deste sistema hídrico – especialmente durante eventos extremos de precipitações-. O corpo lagunar, cujas águas estão consideradas em categoria hipertrófica, sofre um elevado processo de assoreamento e aterros que nos últimos 50 anos reduziu um 21% da sua superfície. Adicionalmente, uma alta pressão pela urbanização das áreas de entorno da lagoa e nas bacias contribuintes, provocou a perda de valiosos ecossistemas de manguezais, brejos e restingas. No entanto, a Faixa Marginal de Proteção da lagoa da Tijuca ao longo desses 50 anos experimentou uma escassa redução da sua cobertura vegetal (8%). Nesse contexto, apesar da relativa conservação das áreas marginais nas últimas décadas, a lagoa apresenta um estado de degradação avançando, e o estabelecimento da Faixa Marginal de Proteção surge como um instrumento legal insuficiente na proteção dos corpos hídricos, sujeita aos constantes efeitos do assoreamento e fortemente pressionada pelo entorno urbano.

**PALAVRAS-CHAVE:** legislação, laguna, assoreamento.

**ABSTRACT**

*The Tijuca lagoon, is located on a broad fluvio-marine depositional floodplain in the city of Rio de Janeiro, surrounded by the prominent Tijuca-massif where the tributaries discharges flowing into the lagoon system carrying a permanent fluvial-sediment load and sewage. Those are a strong influence of the environmental status of the water ecosystem - especially during extreme rainfall events - The lagoon, whose waters are considered in hypertrophic category suffers a high siltation process that has reduced over the last 50 years, a 21% of its surface. Furthermore, a high urban pressure around the lagoon and its tributaries caused the loss of valuable ecosystems of mangroves, salt marshes and swamps. However, over the last fifty years the riparian protection area of Tijuca Lagoon has experienced a slight decrease of its vegetation cover (8%). In this context, despite the preservation of the protected area in recent decades, the lagoon features a state of advanced degradation, and the establishment of riparian protection areas comes as an insufficient legal instrument on the protection of water bodies, subject to the constant effects of siltation and strongly pressed by the urban environment.*

## 1. INTRODUÇÃO

Baixada litorânea, planícies costeiras ou planícies litorâneas são conceitos sinônimos para designar ambientes localizados nas zonas litorâneas que apresentam topografia plana ou com pouca declividade e de baixa altitude sendo, portanto, áreas de sedimentação (Marques, 1990).

A Planície Costeira de Jacarepaguá localiza-se no litoral sul do Estado do Rio de Janeiro, é limitada em seu interior pelos maciços da Tijuca e Pedra Branca e, junto ao mar, pela praia da Barra da Tijuca (Soares, 1985). A bacia hidrográfica de Jacarepaguá abrange uma área de cerca de 300km<sup>2</sup> e a baixada onde está inserida assenta-se sobre uma planície arenosa costeira de aproximadamente 180 km<sup>2</sup> (Marques, 2012).

A Baixada de Jacarepaguá foi uma das últimas áreas a serem urbanizadas no Rio de Janeiro, constituindo um dos poucos setores que restavam para onde a cidade poderia se expandir (Araujo, 2004). Possui um dos últimos e significativos remanescentes de vegetação de florestas ombrófila densa submontana (Mata Atlântica), junto com áreas de restinga, e mangues, exclusivo dos solos litorâneos pantanosos, sujeitos à influência das marés (Montezuma, 2011).

O crescimento da ocupação que a área sofre desde a década de 70 do século passado, não foi acompanhado na mesma velocidade pela infraestrutura necessária, causando sérios danos ao meio ambiente. O crescimento populacional e o desenvolvimento comercial na área trouxeram, além da poluição das águas das lagoas, questões ambientais de ordem física, tais como a redução do espelho d'água e a destruição dos ecossistemas periféricos as lagoas. A área de estudo configura-se portanto como um geocossistema onde as mudanças ambientais vêm sendo historicamente induzidas por alterações e intensificações de uso e ocupação de terras na interface florestal-urbana (Coelho Netto, 2005).

O problema histórico de poluição das águas no complexo lagunar, está fortemente ligado ao ingresso de águas residuais domésticas (produção diária aprox. 2.000 litros/segundo) principalmente dos rios que drenam em direção às lagoas. Adicionalmente, estes rios transportam material sedimentar originado a partir das fortes chuvas na região dos maciços da Tijuca e da Pedra Branca, potencializando processos erosivos nas áreas de encosta que circundam os corpos lagunares (Coelho Netto, 2005).

Em resposta às chuvas intensas sobre as encostas íngremes e sob devastação florestal, tornam-se cada vez mais frequentes os deslizamentos nas encostas, assim como os assoreamentos dos canais de drenagem (naturais e artificiais), devido à falta de capacidade da absorção e transmissão das elevadas vazões sólidas e detritos em geral, que convergem tanto das áreas de encostas quanto das próprias terras da baixada (INEA, 2006). Eventos de precipitações extremas em décadas passadas ocorreram nos anos 1966, 1967, 1988 e 1996, que assumiram um caráter catastrófico, principalmente nas áreas habitadas por populações mais pobres, em face da carência de infraestrutura urbana, como da precariedade das construções aí localizadas (Coelho Netto, 2005).

O ano 1965, com a criação das Áreas de Preservação Permanente e posteriormente o estabelecimento da Faixa Marginal de Proteção, foi o ponto de início na proteção das áreas ripárias e o reconhecimento das múltiplas funções e serviços ecossistêmicos fornecidos. No entanto, a degradação crescente dos corpos hídricos devido às fortes pressões urbanas e àquelas próprias da evolução geomorfológica da paisagem,

levanta questionamentos sobre a funcionalidade desta figura de proteção e a aplicação da legislação ambiental na proteção dos espaços naturais, especialmente em sistemas lagunares costeiros, altamente pressionados pela urbanização e sujeitos a elevadas taxas de sedimentação.

## OBJETIVOS DO TRABALHO

- Realizar uma avaliação integrada sobre o papel, mudanças e funcionamento da Faixa Marginal de Proteção da lagoa da Tijuca, gerando uma discussão em relação à aplicação da legislação ambiental na área de estudo.
- Caracterizar a evolução da paisagem da lagoa da Tijuca nos últimos 50 anos, com base nas mudanças do uso e cobertura do solo.
- Caracterizar o processo de assoreamento do corpo lagunar

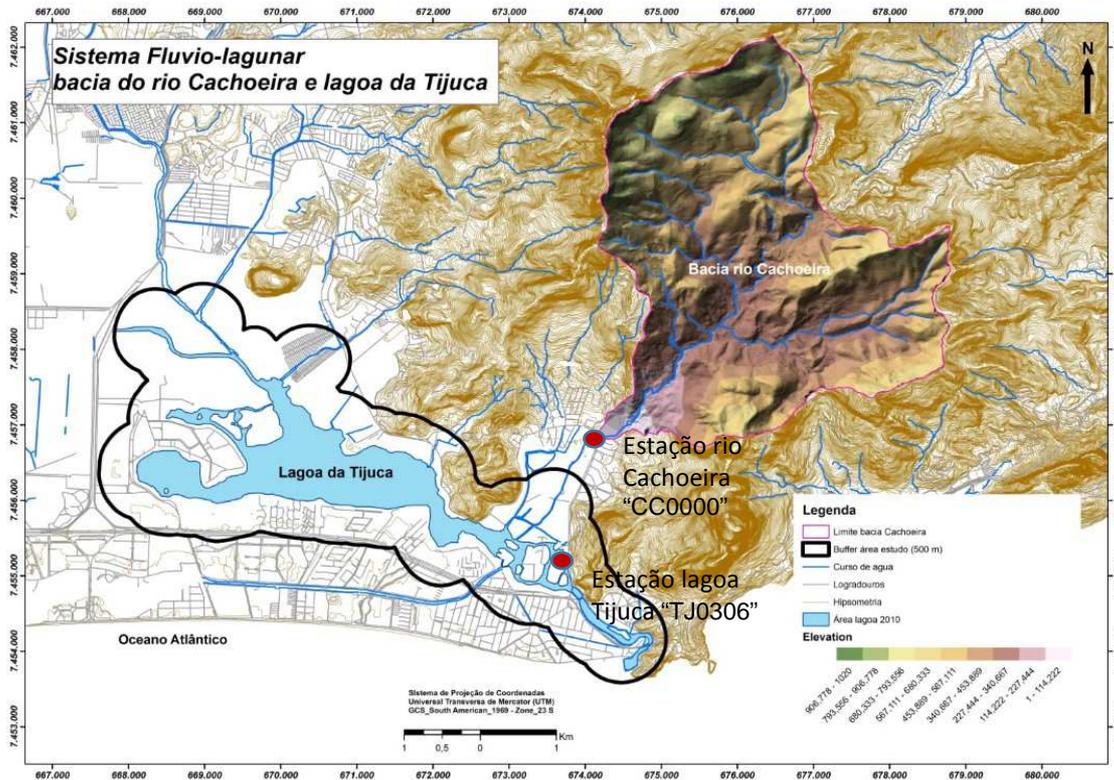
## 2. METODOLOGIA E INFORMAÇÃO UTILIZADAS

### 3.1 ESTADO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS DO SISTEMA FLUVIO-LAGUNAR

Com o objetivo de analisar as contribuições que recebe a lagoa da Tijuca, desde os rios tributários, foi escolhida a bacia do rio Cachoeira, localizada na porção sudeste da lagoa (ver Figura 1), e que desemboca diretamente no corpo lagunar, o que permite uma análise do sistema encosta-reservatório, sem interferências das áreas de baixada. Adicionalmente, esta bacia corresponde a uma das principais fontes de sedimentos de entrada na baixada de Jacarepaguá, trata-se de um mosaico de paisagem heterogênea na interface florestal – urbana.

## A DIMENSÃO AMBIENTAL DA CIDADE

Figura 1. – Recortes de análise, bacia do rio Cachoeira e lagoa da Tijuca na Baixada de Jacarepaguá.



A bacia do Cachoeira abrange uma área de 21,7 km<sup>2</sup> e seu perímetro atinge aproximados 22,3 km. Os usos e cobertura do solo predominantes são de caráter residencial (formal e informal) e nesse sentido foram escolhidos parâmetros de qualidade das águas que refletissem a carga orgânica presente no corpo d'água. Utilizando registros de qualidade d'água do Instituto Estadual do Ambiente (Gerência de Avaliação de Qualidade de Água) se selecionou a estação "CC0000", localizada no exutório da bacia do rio Cachoeira e a estação "TJ0306" localizada na lagoa da Tijuca (Figura 1). Para estas estações se avaliou o comportamento dos parâmetros: Coliformes termotolerantes (registros de 1980-1988/ 2004-2012), Oxigênio dissolvido e Fósforo Total (registros de 2004-2012) como indicadores da carga orgânica presente na bacia do rio Cachoeira e sua reposta no sistema lagunar. Os valores foram contrastados com a normativa ambiental de qualidade de águas (Resolução nº. 357, de 17 de março de 2005 que estabelece a classificação e os limites e/ou condições para as águas doces, salinas e salobras em todo o Território Nacional). Adicionalmente se avaliou a carga de sedimentos que transporta o rio, através dos dados de Sólidos Suspensos Totais, que corresponde a porção dos sólidos totais que fica retida em um filtro que propicia a retenção de partículas de diâmetro maior ou igual a 1,2 µm. Também denominado resíduo não filtrável (RNF).

### 3.2 AQUISIÇÃO E PRÉ-PROCESSAMENTO DAS IMAGENS

Foi procurada a disponibilidade de material base sobre o qual realizar o mapeamento, principalmente em organismos públicos da Cidade do Rio de Janeiro, tanto no que corresponde a fotografias aéreas quanto a imagens de satélite da Baixada de Jacarepaguá. A tabela 1 apresenta a seleção das fotografias aéreas e imagens de satélite utilizadas:

Tabela 1. – Lista de fotografias aéreas e imagens de satélite do setor da Baixada de Jacarepaguá.

N <sup>o</sup>	FONTE	FORMATO	ANO	INFORMAÇÕES
1	<b>Prefeitura Rio de Janeiro</b> Coord. de Monitoramento Ambiental	Fotografia aérea	<b>1955</b>	Escala: 1:10.000
2	<b>Instituto Pereira Passos</b>	Fotografia aérea	<b>1975</b>	Escala: 1:8.000
3	<b>Instituto Pereira Passos</b>	Ortofoto Digital	<b>1999</b>	Escala: 1:10.000
4	<b>Prefeitura Rio de Janeiro</b>	Imagem Satélite Alta Resolução	<b>2010</b>	Sensor WorldView-2 03 Bandas Natural Color com resolução espacial de 50 cm

**Digitalização de fotografias aéreas:** Em relação às fotografias aéreas do ano 1955 (tamanho standard 23 x 23 cm), foram digitalizadas um total de 16 fotografias num scanner formato A3.

**Ortorretificação e georreferenciamento:** As distorções ocasionadas pelo sistema de projeção das câmaras fotográficas são radioconcêntricas, de modo que, quanto mais distante os objetos estejam do centro das fotografias, maiores serão as distorções. Para o caso das fotografias aéreas do ano 1955 e 1975, que não possuem correção geométrica, não foi possível realizar a ortorretificação em decorrência da inexistência da informação sobre os parâmetros técnicos para realizar o procedimento (calibre da câmara fotográfica e distância focal, altura do voo). No entanto, através do processo de georreferenciamento e utilizando o software ArcGis 9.3 se conseguiu um ajuste razoável entre os pontos de controle (GCP, Ground control Points), nas fotografias aéreas em relação à imagem utilizada como referência (imagem de satélite do ano 2010). Foi utilizado o indicador RCEMC ou RMS (Root mean square error), que corresponde a raiz quadrada do erro médio quadrático com valores entre 3 e 6 como indicador de ajuste entre os pontos. Posteriormente se verificou a sobreposição das fotografias georreferenciadas com as capas de informação de logradouros e vias de transporte. Desta forma, obteve-se uma diferença máxima de 2-3 metros de distância em relação à imagem de referência. O sistema de projeção utilizado UTM, zona 23 e datum horizontal SAD69.

### 3.3 ANLISE DE MUDANÇAS DE USO E COBERTURA DO SOLO ENTRE OS ANOS 1955 – 2010

**Delimitação do recorte de análise:** O recorte de análise, foi criado a partir de uma área buffer entorno da lagoa da Tijuca, de 500 metros de largura a partir do contorno do corpo lagunar. Este buffer considerou a representatividade das unidades de paisagem na área de estudo, com o objetivo de incluir a maioria dos tipos de usos do solo presentes na Baixada de Jacarepaguá.

**Definição das classes de mapeamento:** Levando em consideração a representatividade das diferentes unidades da paisagem na área de estudo e sua relativa importância para os objetivos da análise, foram determinadas dez classes de mapeamento:

*Corpo hídricos:* Corpos d'água naturais e artificiais que não são de origem marinha, tais como rios, canais, lagos e lagoas de água doce.

*Floresta:* Foram consideradas as comunidades de árvores pertencentes à Floresta Atlântica ou Floresta Ombrófila Densa secundária em diferentes estágios de desenvolvimento e graus de degradação. Áreas verdes públicas foram incluídas nesta categoria quando se integradas com a vegetação nativa.

*Formações vegetais de influência fluvio-marinha:* Categoria que abrange as formações de influência: Marinha (restingas), Fluviomarinha (manguezais) e Fluvial (brejos, várzeas). Categoria extraída do Manual de vegetação do IBGE.

*Herbáceo-arbustiva:* Formada predominantemente por plantas herbáceas com presença de arbustos baixos esparsos ou indivíduos arbóreos isolados.

*Área urbana formal:* Uso residencial, comercial ou institucional de caráter formal. Áreas verdes inseridas na trama urbana foram incluídas nesta categoria.

*Área urbana informal:* Incluindo a presença de assentamentos de baixa renda.

*Área de uso urbano não consolidado:* Correspondem a áreas que se encontram em processo de desenvolvimento para urbanização formal ou informal, onde é possível evidenciar zonas de solo exposto, caminhos incipientes, áreas de culturas (ativas e abandonadas), antigos canais de drenagem e em alguns casos construções residenciais menores com baixa densidade de ocupação.

*Afloramento rochoso:* Surgimento de áreas de exposição de rocha na superfície da Terra.

*Praia*: ambiente sedimentar costeiro de composição variada, formada mais comumente por areia, e condicionado pela interação dos sistemas de ondas incidentes sobre a costa.

*Oceano*: Corpos d'água de origem marinha.

Um total de três saídas de campo na área de estudo se realizaram com o objetivo de verificar os limites e composição real das unidades de paisagem definidas a través do trabalho de fotointerpretação e realizar os ajustes correspondentes.

### 3.3.1 Variações no entorno da lagoa da Tijuca

Uma vez finalizado o mapeamento de uso e cobertura do solo para cada ano sob análise (1955 – 1975 - 1999 e 2010), os mapas resultantes foram submetidos a uma revisão em relação às correções *topológicas* ou de modo a evitar erros nas fases posteriores de quantificação das mudanças entre as classes.

Em seguida, foi elaborada uma interseção entre os três mapeamentos de uso e cobertura do solo para cada período analisado (1955-1975; 1975-1999; 1999-2010 e 1955-2010).

Assim, foram criadas novas categorias de modo a quantificar e localizar espacialmente as variações para cada período, com ênfase na determinação das áreas de maior grau de naturalidade que sofreram degradação ou redução da sua superfície (corpos hídricos e vegetação pioneira de influencia fluvio-marinha), e além disso as áreas que apresentassem incrementos na cobertura vegetal.

Como resultado obteve-se um total de oito classes: “*Área reduzida corpo hídrico, Área degradada vegetação, Área reduzida vegetação, Área aumento corpo hídrico, Área incremento vegetação, Consolidação urbana formal, Consolidação urbana informal e Áreas sem variação.*”

### 3.3.2 Análise da Faixa Marginal de Proteção da lagoa da Tijuca

Em relação à composição Faixa Marginal de Proteção, tomando como base os mapeamentos de uso e cobertura do solo realizados para cada ano, foi extraída a superfície que corresponde a FMP utilizando a ferramenta “*Clip*” no software ArGis 9.3. A modo de conseguir uma comparação equivalente da composição da FMP entre os diferentes anos, usou-se uma largura fixa de 30 metros para os quatro anos, apesar de esta largura não ter sido fixa na legislação ambiental brasileira ao longo do período analisado (1955-2010). Como resultado se obtiveram quatro mapas de uso do solo da FMP: 1955- 1975- 1999 e 2010.

Em decorrência da escassa superfície representada por algumas das classes de uso e cobertura do solo na faixa marginal de proteção, as categorias se reagruparam da seguinte forma: **Áreas Naturais**: *Afloramento rochoso, praia, herbáceo-arbustiva, floresta e formações vegetais fluvio-marinhas*, enquanto o resto das categorias: **Áreas uso não consolidado, Áreas ocupação formal e Áreas ocupação informal**, se mantiveram na mesma classe.

Baseado no cálculo de superfície destas quatro categorias se elaboraram posteriormente gráficos que representassem a variação para cada ano analisado, e mapas temáticos sobre os usos permitidos e não permitidos pela legislação ambiental,

tomando como base o Código Florestal, 2012 (salvo os casos excepcionais devidamente justificados<sup>1</sup>). Assim, se criaram mapas e gráficos com as categorias: **Uso permitido**, formado pela classe “Áreas naturais” e **Uso não permitido**, conformado pelas categorias: “Áreas uso não consolidado”, “Áreas ocupação formal” e “Áreas ocupação informal”.

Em relação a determinação da largura média da Faixa Marginal de Proteção, se contabilizou sua largura, unicamente nos setores da lagoa que têm construções no entorno imediato e que houve algum processo de demarcação da faixa solicitada para o empreendimento.

Desta forma, tomando como mapa base uma imagem de satélite do ano 2010, se mensurou a distância que existe desde a borda da superfície lagunar, até a zona de construções ou áreas com impactos sobre a vegetação. Dentro desta faixa se incluíram os parques urbanos, quando integrados com a vegetação nativa. Esta medida foi realizada contornando o corpo lagunar, em distâncias de 50 metros aproximadamente.

Os valores de largura média da faixa, foram relacionados ao uso urbano no entorno da lagoa. A partir desta informação se criou um gráfico que relacionasse os valores de largura para cada tipo de uso urbano definido segundo as seguintes classes: **Residencial:** Condomínios horizontais ou moradias unifamiliares, Condomínios verticais, Favelas/ **Comercial:** Grandes centros comerciais, Empresas/ **Infraestrutura urbana:** Estradas.

## 1. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos últimos cinquenta anos, as mudanças na estrutura e composição do ecossistema da lagoa da Tijuca, estiveram condicionadas por duas forças controladoras principais; a primeira associada as variações na cobertura e uso do solo, e a segunda relacionada com os processos de ingresso de poluentes e sedimentos na lagoa através dos sistemas fluviais no maciço da Tijuca. A carga orgânica e vazão sólida das águas, teria como origem principal as águas de esgoto e os processos de erosão nas encostas íngremes sob devastação florestal, que durante eventos extremos de precipitações geram movimentos de massa cujos fluxos alcançam os sistemas fluviais e posteriormente as áreas de baixada.

Quantidades expressivas da superfície do corpo lagunar têm sido reduzida nas últimas décadas, fundamentalmente produto do assoreamento, gerando variações na morfologia do contorno lagunar e reduzindo sua profundidade, o que tem como consequência a afetação direta dos ambientes aquáticos.

Em base aos resultados, altos índices de poluição das águas foram detectados através das análises de dados de qualidade das águas, apresentando o sistema fluvial e lagunar um comportamento similar ao longo do tempo. No entanto, os valores

---

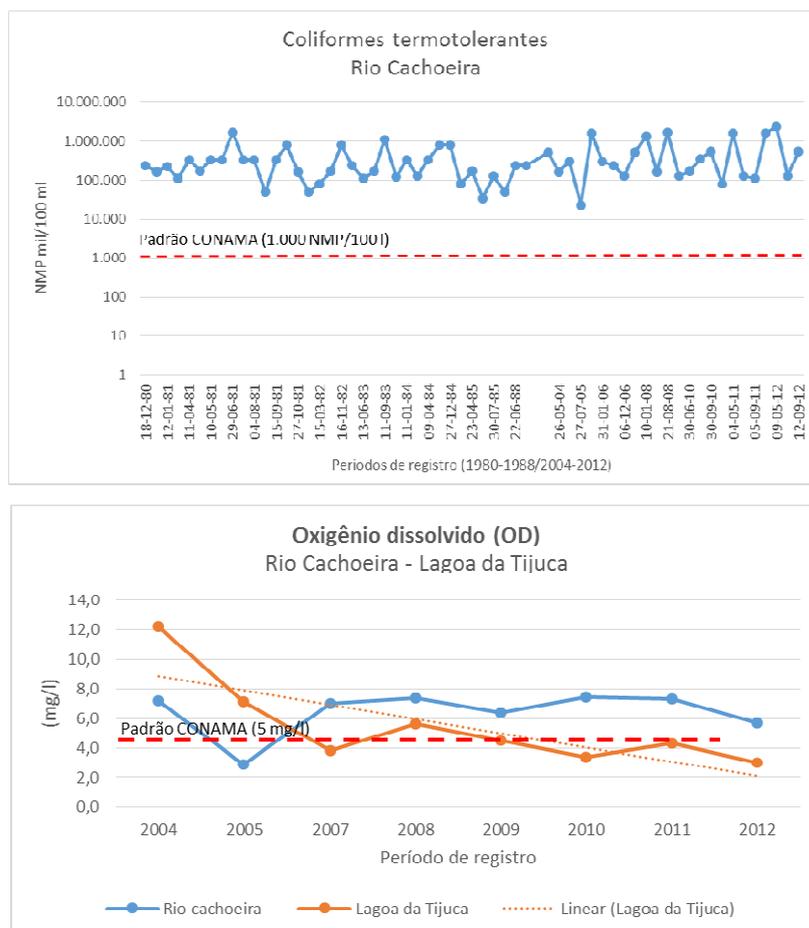
<sup>1</sup> A resolução CONAMA n° 369 de 28 de março de 2006 dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente (APP). Em seu Art. 3°.

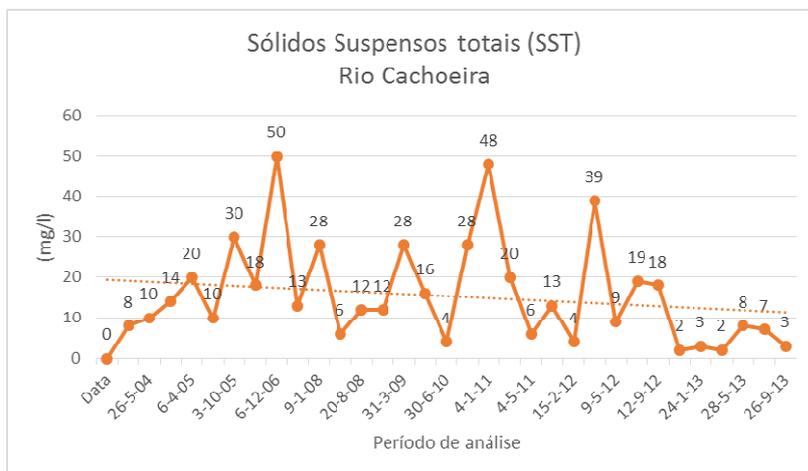
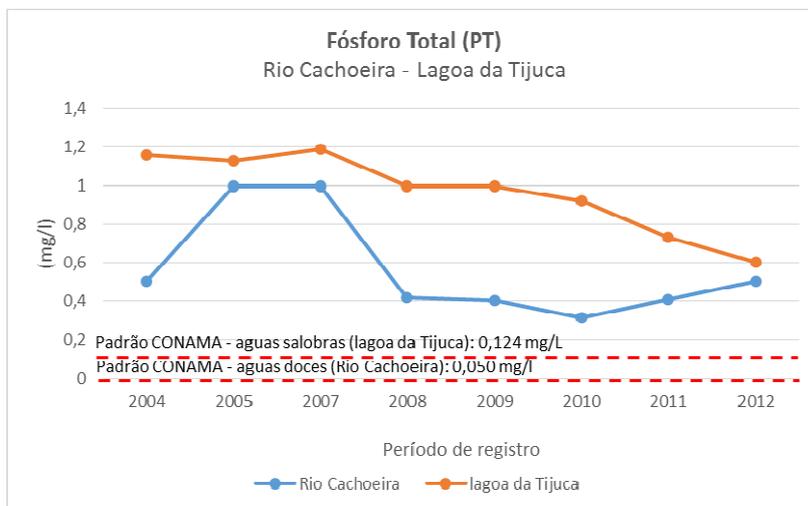
## A DIMENSÃO AMBIENTAL DA CIDADE

mensurados na lagoa da Tijuca são de um padrão de qualidade das águas menor que o rio Cachoeira, o que poderia estar explicado na maior retenção dos contaminantes e baixa circulação hidrodinâmica das águas relativa aos sistemas de tipo lântico, em comparação com as águas mais oxigenadas e com menor tempo de residência no leito fluvial, no caso do rio Cachoeira.

Com base nos registros disponíveis, valores por sobre o padrão de qualidade para o parâmetro Coliformes fecais na lagoa da Tijuca se registram desde aproximadamente 30 anos atrás (Resolução nº. 357, de 17 de março de 2005). No entanto, sem tendências à diminuição ou a se tornar mais altos (Gráfico 1). O parâmetro OD, na amostragem da lagoa da Tijuca, encontra-se por baixo dos limites de concentrações mínimas permitidas, apresentando registros menores que 2 mg/l, considerados perigosos para a vida aquática (0,8 e 0, 4 mg/L no ano 2008 e 2010 respectivamente). Em relação aos Sólidos Suspensos Totais presentes no rio Cachoeira, observou-se uma suave tendência à diminuição da carga de sedimentos (Gráfico 1), o que poderia estar relacionado com a recomposição vegetal de áreas fonte de sedimentos.

Gráfico 1. Análises da qualidade da água dos parâmetros: Coliformes termotolerantes e Sólidos Suspensos Totais (rio Cachoeira), Oxigênio dissolvido e Fósforo Total (comparação entre rio Cachoeira e lagoa da Tijuca)



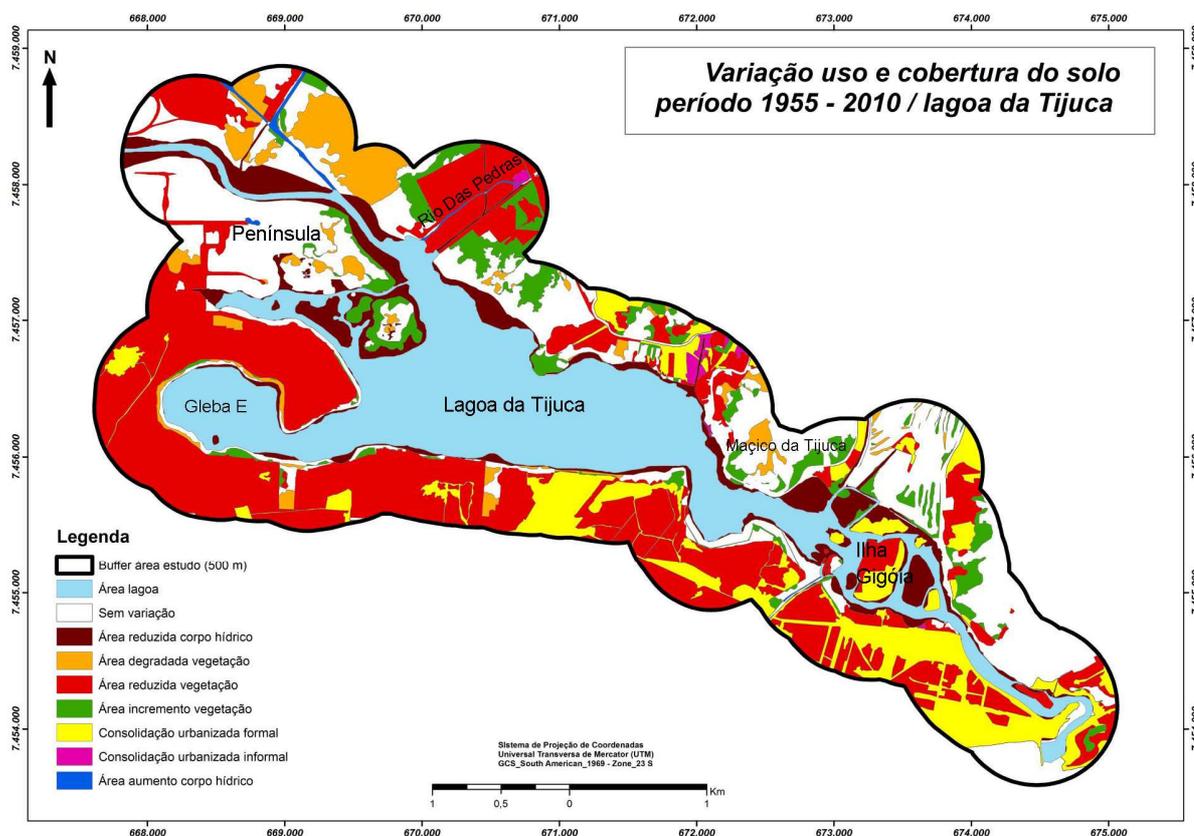


### 8.1

#### Tendências e variações no entorno da Faixa Marginal de Proteção

Como resultado do mapeamento do uso e cobertura do solo realizado, o seguinte mapa representa a síntese das variações que se produziram entre o período analisado (1955-2010):

Figura 2. Mapa variação uso e cobertura do solo entre os anos 1955 e 2010.



Assim, as oito categorias de variação de uso do solo definidas (Figura 2), podem ser resumidas em três grandes tendências de mudanças, que são descritas como segue:

- Crescimento e consolidação das áreas urbanas formais e informais;
- Incrementos e perdas da cobertura vegetal e
- Redução do corpo lagunar e alterações nos canais de drenagem.

O mapa da variação dos usos do solo entre o período 1955 -2010, apresenta de forma clara que a consolidação das construções formais, localizam-se na parte sudeste do sistema lagunar, onde os solos apresentam melhores características geológicas-estruturais para o estabelecimento das construções e numa área que corresponde ao núcleo inicial da expansão das áreas urbanas entorno à lagoa.

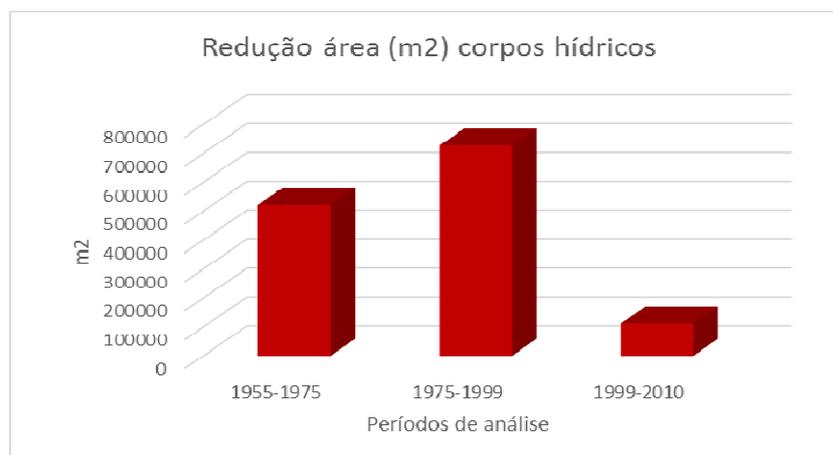
Em relação à redução das áreas de vegetação, as formações vegetais de influencia fluvio-marinha foram uma das mais impactadas (áreas de remanescentes de restingas, brejos e manguezais). Durante o período completo analisado (55 anos) registrou-se uma diminuição da cobertura vegetal que alcançou um 48% em 2010. Esta diminuição tem direta relação com a conversão das terras para áreas urbanizadas no entorno da lagoa, tanto de caráter informal quanto formal. O aumento da vegetação deve-se em parte a pequenos projetos de reflorestamento realizados pela Prefeitura de Rio de Janeiro nas últimas décadas e outras iniciativas privadas de plantio de mudas de manguezais nas margens da lagoa.

Entre as mudanças registradas nos corpos hídricos, podemos dividi-las em dois tipos: a primeira e mais significativa se relaciona à redução da superfície d'água (Gráfico 2), devido a processos de deposição de material sedimentar nas margens das lagoas, este material corresponderia a uma origem aluvio-coluvionar e em menor proporção seria material erodido ou removido das áreas de solo exposto adjacentes e que foi carregado pelas águas durante eventos de precipitações.

Esta redução da superfície da lagoa, alcançou no ano 2010 um 21% em relação a superfície original em 1955 (1 km<sup>2</sup>), mas foi durante os dois primeiros períodos de análise (1955-1975 e 1975-1999) quando os corpos lagunares e sistemas fluviais experimentaram a maior redução na sua área. Esta redução poderia estar relacionada com eventos extraordinários de precipitações que aconteceram nos anos 1966 e 1996 quando grandes quantidades de sedimentos foram transportadas para os rios e lagoas, em decorrência dos deslizamentos provocados pelas fortes chuvas.

O aumento nos corpos hídricos esteve relacionado com a criação de canais de drenagem (Canal Arroio Fundo) e processos de dragagem e abertura de leitos fluviais.

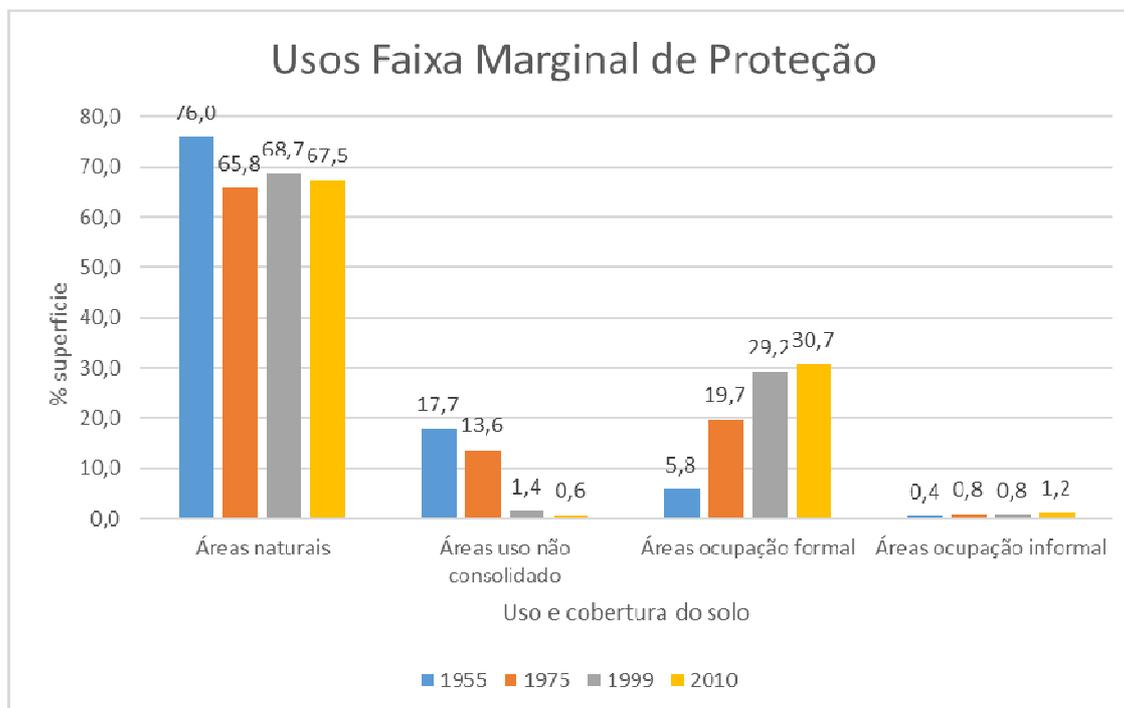
Gráfico 2.- Diminuição da superfície da lagoa da Tijuca entre 1955 e 2010.



## 8.2. ANÁLISE DA VARIAÇÃO NA LARGURA E COMPOSIÇÃO DA FAIXA MARGINAL DE PROTEÇÃO ENTRE 1955 E 2010

Com o objetivo de compreender as variações da cobertura e uso do solo na Faixa Marginal de proteção da lagoa da Tijuca, nas últimas 5 décadas, foram elaborados mapas temáticos para cada ano de estudo (1955-1975-1999-2010) e determinada a superfície de cada categoria previamente definida, os resultados no seguinte Gráfico:

Gráfico 3. Representa a variação dos usos e cobertura do solo na Faixa Marginal de Proteção da lagoa da Tijuca para os quatro anos analisados.



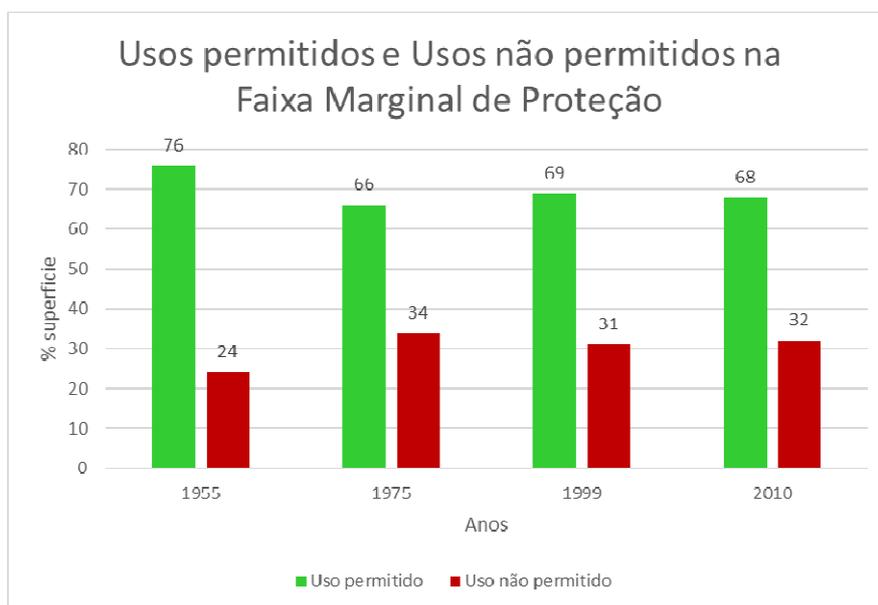
Tal como expressado no gráfico 3, durante os quatro anos o tipo de uso e cobertura dominante na Faixa Marginal de Proteção corresponde as “Áreas naturais”, compostas para o caso do ano 2010 num 71% por formações fluvio-marinhas (manguezais, restinga e brejos), e um 26% de cobertura herbáceo-arbustiva. As áreas que não apresentam um uso urbano consolidado expressam uma tendência à diminuição ao longo do tempo, produto da consolidação das áreas de ocupação formal e da recuperação de vegetação em áreas de solo exposto.

No ano 1955, já havia sido detectada ocupação urbana ou áreas desflorestadas na Faixa Marginal de Proteção, principalmente na área próxima à desembocadura da lagoa, no atual Jardim Oceânico e na parte norte da lagoa associado ao Largo da Barra. Este tipo de ocupação é anterior aos 30 metros de Áreas de Preservação Permanente, disposto no Código Florestal (2012). Nota-se a o incremento da ocupação de caráter formal ao longo do período de análise, comparado com a baixa superfície correspondente à ocupação informal.

O seguinte mapa temático, foi realizado com base no que estabelece o Código Florestal 2012 (Art. 3:II), em relação aos usos permitidos e não permitidos na Faixa Marginal de Proteção (cobertura vegetal nativa ou não nativa, proibição de construções, restrições para o desmatamento).

## A DIMENSÃO AMBIENTAL DA CIDADE

Gráfico 4. Indica uma comparação entre os quatro anos analisados, dos Usos Permitidos e Não Permitidos na Faixa Marginal de Proteção, como estabelecido no Código Florestal, 2012.



Em relação ao gráfico anterior, verifica-se que as mudanças que aconteceram sobre a composição da Faixa Marginal de Proteção nas últimas cinco décadas são reduzidas, se comparadas com as mudanças em torno à lagoa, fora da Faixa Marginal de Proteção (Buffer 500 metros/ Figura 2). Assim, a área que estava ocupada por urbanização ou com solo exposto em 1955 na FMP, aumentou somente um 8% para o ano 2010.

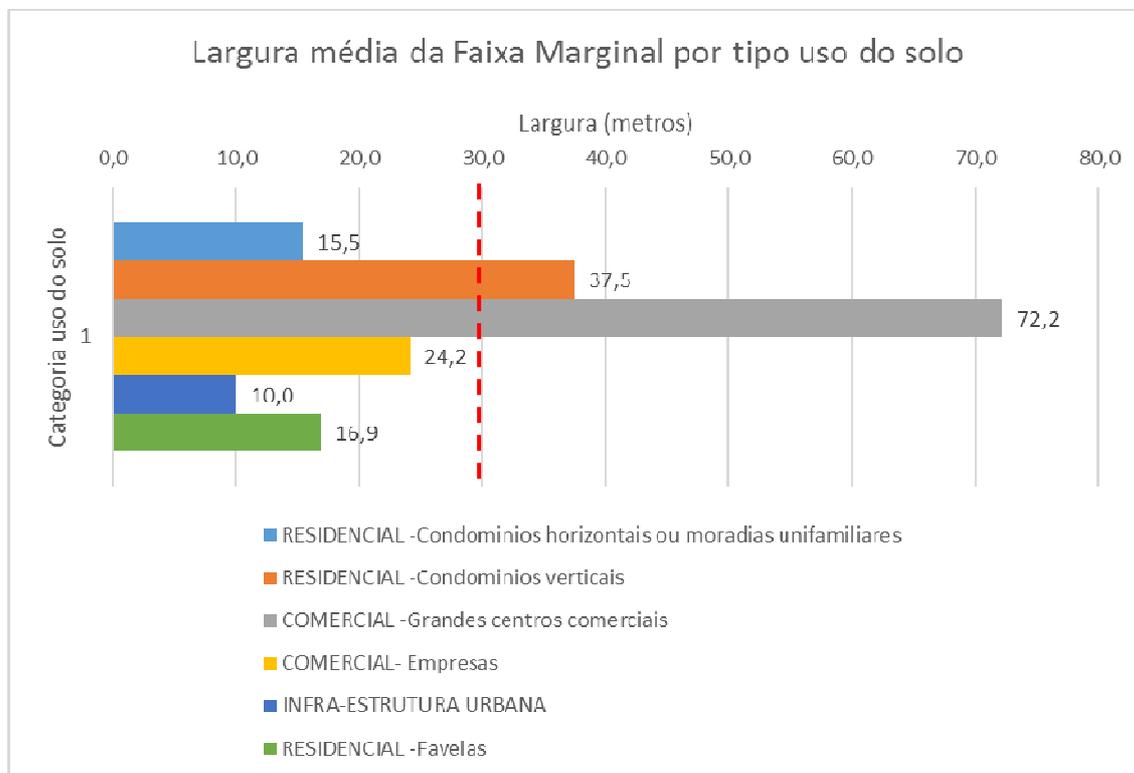
Segundo as informações do organismo encarregado da delimitação da Faixa Marginal<sup>2</sup>, sua demarcação está condicionada ao requerimento específico de um empreendimento no entorno da lagoa, assim, a Faixa Marginal de Proteção é delimitada por trechos e em decorrência disso apresenta largura irregular e descontínua ao longo do corpo lagunar.

Como pode ser visto no gráfico 5, os grandes empreendimentos no entorno da lagoa parecem respeitar em maior grau a largura e estabelecimento de uma faixa de proteção (Shoppings e grandes condomínios verticais), a faixa nestes setores, de um modo geral, está acompanhada de áreas verdes ornamentais. A instalação de condomínios verticais ou imóveis unifamiliares possuem larguras muito variáveis e muitas construções encontram-se bastante próximas do corpo lagunar ou apresentam alterações na vegetação.

Por outra parte, a faixa marginal adjacente à infraestrutura urbana se caracteriza pela presença de avenidas ou estradas acompanhadas de áreas verdes públicas. Para o caso das ocupações urbanas informais (favelas), em determinados trechos estão instaladas na beira da lagoa, sem respeitar a demarcação da faixa, no entanto, valores de largura maiores foram mensurados em áreas com densidades menores de ocupação.

<sup>2</sup> GERLIH, INEA. Comunicação pessoal.

Gráfico 5.- Resultado da mensuração da largura média da faixa marginal da lagoa da Tijuca no ano 2010, utilizando como base uma imagem de satélite. Em cor vermelha se indica o limite de 30 metros estabelecidos no Código Florestal como largura mínima a respeitar para os corpos lagunares em zonas urbanas.



### 8.3. Estabelecimento da Faixa Marginal de Proteção e processos de assoreamento

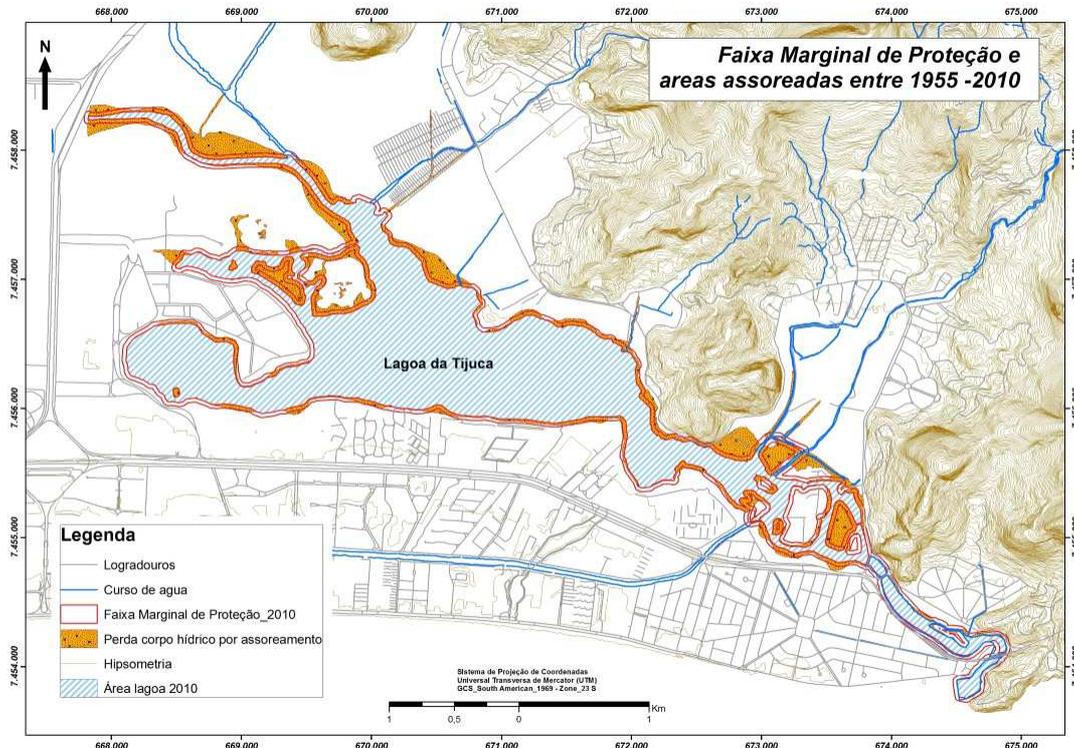
Em função das variações nos regimes de sedimentação dos sistemas fluviais que desembocam nas lagoas e o aumento progressivo das descargas de águas residuais com altas taxas de sólidos suspensos, aumentaram nas últimas décadas as áreas assoreadas no interior da lagoa e nas margens. As áreas de sedimentação que formam ilhas interiores e geraram um aumento na largura das margens, posteriormente são colonizadas por espécies vegetais pioneiras que vão cobrindo o solo, sendo incorporados progressivamente aos terrenos continentais.

Na área de estudo, estas novas áreas continentais, estão dentro da Faixa Marginal de Proteção e geraram um aumento da largura da FMP em direção à lagoa, em alguns casos em até 200 metros de distância.

Na figura 3, através do cruzamento da informação sobre a localização da Faixa Marginal de Proteção e o mapa sobre a perda da superfície lagunar por causa do processo de assoreamento entre os anos 1955 e 2010, se evidenciou a alta superposição de ambas as capas de informação, indicando que grande parte da atual FMP correspondem as áreas que nas décadas anteriores correspondiam ao corpo lagunar, e da mesma forma, áreas que nas décadas passadas estiveram dentro da FMP, hoje, estariam fora da área de proteção da lagoa. Deve se lembrar que

demarcação da faixa marginal é efetivada a partir do PAO, ou plano de alinhamento de ORLA, no qual é definido o limite em função da cheia máxima prevista para a lagoa.

Figura 3.- Áreas de superposição da FMP e as áreas de assoreamento nas margens da lagoa da Tijuca.



### 3. QUESTÕES DE DEBATE

Extensas áreas de valiosos ecossistemas foram reduzidas entorno à lagoa da Tijuca nos últimos 50 anos (manguezais, restingas e áreas de brejos), no entanto, a Faixa Marginal de Proteção sofreu escassas alterações no seu uso e cobertura do solo comparativamente. Assim, apesar de sua relativa preservação ao longo do tempo analisado, o estado ambiental do corpo lagunar apresenta um estado de degradação avançado, levantando questionamentos sobre as verdadeiras funções da Faixa Marginal de Proteção e seu papel na proteção dos corpos hídricos, especialmente em sistemas lagunares costeiros.

Por outra parte, estima-se como relevante a consideração dos processos de assoreamento dos corpos lagunares no estabelecimento da Faixa Marginal de Proteção em sistemas lagunares, processo que influenciaria negativamente a funcionalidade das áreas ribeirinhas e estabeleceria modificações na sua largura e composição vegetal.

Faz-se necessária a revisão dos critérios e metodologias de delimitação da FMP em sistemas lagunares, de modo a considerar a influência direta das bacias contribuintes para as áreas de baixada.

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A.N. *O suporte geológico das florestas beiradeiras (ciliares)*. In: RODRIGUES, R.R., LEITÃO, H. F. L. *Matas Ciliares: Conservação e Recuperação*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – Fapesp, 2000.

COELHO NETTO, A. L. *A interface florestal-urbana e os desastres naturais relacionados à água no Maciço da Tijuca: desafios ao planejamento urbano numa perspectiva sócio-ambiental*. Revista do Departamento de Geografia, 46-60, 2005.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE – FEEMA (INEA) *Complexo Lagunar De Jacarepaguá, Diagnóstico de Qualidade de Água período 2001 / 2005*. Divisão De Qualidade Da Água – DIAG, 2006.

LEI 12.651 *Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências*, 2012.

MARQUES, J. S., *Características de sedimentos obtidos em perfurações na restinga de Jacarepaguá - RJ*. Anu. Inst. Geocienc. CCMN/IGEO - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1985.

MARQUES, J. S., *A participação dos rios no processo de sedimentação da Baixada de Jacarepaguá*. Tese de Doutorado, UNESP, Rio Claro, SP, 435p, 1990.

MARQUES ET. AL *Barra da Tijuca: Natureza & Cidade*. Organização David Zee, 2012.

MONTEZUMA, R. C. M., *Funcionalidade e sustentabilidade ecológica na região metropolitana do Rio de Janeiro: o caso da baixada de Jacarepaguá*. GEOPUC – Revista do Departamento de Geografia da PUC-Rio Ano 4 – número 7 – 2º semestre de, 2011.