

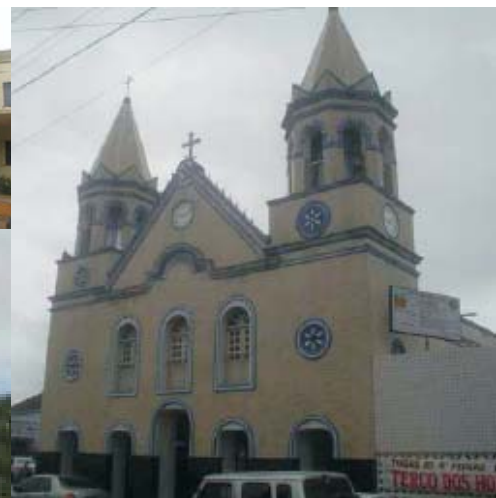
REALIZAÇÃO:



Infra-estrutura - Saneamento I

# RIBEIRA

PLANO DE REABILITAÇÃO DE ÁREAS URBANAS CENTRAIS



Ministério das Cidades



## **EQUIPE TÉCNICA**

### **PESQUISADORES**

**Antonio Marozzi Righetto**

Engenheiro Civil. Docente UFRN, Dr. em Hidráulica e Saneamento

**Lucio Flavio Ferreira Moreira**

Engenheiro Civil. Docente UFRN. Dr. em Engenharia Hidráulica

### **BOLSISTA**

**Victor Moisés de Araújo Medeiros**

Engenheiro Civil. Ms. em Engenharia Sanitária

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	2
1. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DE DRENAGEM	3
1.1. Rede de drenagem da sub-bacia 1	4
1.2. Rede de drenagem da sub-bacia 2	6
1.3. Rede de drenagem da sub-bacia 3	7
2. AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DAS REDES DE GALERIAS DE DRENAGEM	17
2.1. Rede de galerias da sub-rede 1	18
2.2. Rede de galerias da sub-área 2	18
2.3. Rede de galerias da sub-área 3	19
3. CONCLUSÕES SOBRE O SISTEMA DE DRENAGEM DA ÁREA EM ESTUDO	21
4. SITUAÇÃO DAS DEMAIS INFRA-ESTRUTURAS - DADOS SECUNDÁRIOS	22

# **PLANO DE REABILITAÇÃO DE ÁREAS URBANAS CENTRAIS – RIBEIRA INFRA-ESTRUTURA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, ETAPA 1: AVALIAÇÃO DA DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS NOS BAIROS DA RIBEIRA, CIDADE ALTA E ROCAS E DADOS SECUNDÁRIOS DE DEMAIS INFRA-ESTRUTURAS**

## **INTRODUÇÃO**

A política nacional para o desenvolvimento de áreas urbanas centrais, definida e implementada pelo Ministério das Cidades, se apóia sobre quatro pilares de intervenção que se articulam no sentido de dotar de espaços de urbanidade as áreas centrais das Regiões Metropolitanas do país. São esses pilares: a moradia de qualidade, o saneamento ambiental, a mobilidade urbana e a cidadania participativa.

Seguindo os ditames dos Termos de Referência aprovados e contratados para a elaboração do Plano de Reabilitação de Áreas Centrais – Ribeira, Natal (PRAC-Ribeira), o presente relatório apresenta e diagnostica as condições de funcionamento do sistema de drenagem pluvial dos bairros da Ribeira, Cidade Alta e Rocas, conjunto de bairros definidos metodologicamente como área de abrangência do estudo.

Para isso, foi realizado um levantamento de campo detalhado do sistema atual de drenagem pluvial desses bairros, em razão do material documental disponível nos organismos públicos de controle do sistema estar desatualizado. Com esse levantamento pode-se atualizar o *layout* do sistema atual com informações de cada trecho da rede de galerias.

Com base nos dados levantados, este estudo apresenta a situação atual de funcionamento do sistema, apresentando os problemas, suas causas e os efeitos a eles relacionados. Com base nesse levantamento, foi possível avaliar o comportamento hidráulico-hidrológico do sistema de drenagem na condição atual, a análise das possíveis relações de causa-efeito e indicações preliminares de soluções para os problemas existentes.

Adicionalmente, apresenta-se e comenta-se, com base em dados secundários disponíveis, a situação de atendimento da área no que concerne a: forma de abastecimento de água, ligações de água e consumo por tipo de uso, ligações de

esgoto por tipo de uso e estimativa de vazões, produção diária de lixo domiciliar e seu destino, tipo de esgotamento sanitário, número de ligações à rede elétrica por tipo de uso.

## **1. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DE DRENAGEM**

A bacia de drenagem objeto deste estudo integra os bairros da Ribeira e parte dos bairros de Cidade Alta, Rocas e Petrópolis.

O sistema é formado por três sub-áreas de drenagem, as quais foram definidas a partir da rede de drenagem existente. No entanto, essa divisão leva em conta apenas a rede de drenagem existente, uma vez que as sub-áreas não são hidrologicamente independentes, ou seja, há transferência de deflúvios de uma sub-área para outra. Por exemplo, constata-se que parte da sub-área 1 contribui superficialmente para as sub-áreas 2 e 3.

Cada sub-área de drenagem apresenta características topográficas e de ocupação distintas. A Tabela 1 apresenta alguns parâmetros associados com o nível de ocupação da bacia e com as áreas dos bairros que a integram. As Tabelas 2, 3 e 4, por sua vez, apresentam algumas relações causa-efeito associadas com as condições de drenagem e salubridade do ambiente urbano observadas no estudo para as sub-áreas 1, 2 e 3 respectivamente.

As Tabelas 5, 6 e 7 apresentam uma espécie de banco de dados relacionados com as bocas de lobo em condições precárias de funcionamento hidráulico (falta de serviços de manutenção e limpeza) e sua respectiva localização, para as sub-áreas 1, 2 e 3 respectivamente.

As redes de drenagem existentes são formadas pelos seguintes elementos:

- a) rede viária;
- b) sarjetas;
- c) bocas de lobo;
- d) poços de visita;
- e) poços cegos;
- f) dissipador;

g) rede de galerias (seções circulares e retangulares).

Cada sub-área está vinculada a um exutório, definido como o ponto de lançamento das descargas superficiais geradas. Os três exutórios estão situados na margem direita do estuário do rio Potengi, conforme pode-se verificar no mapa em anexo.

A área total da bacia de drenagem é de 1,597 km<sup>2</sup>, estando inserida no polígono definido pelas coordenadas geográficas 255378-256800 e 9359860-9361800 (UTM).

### **1.1. Rede de drenagem da sub-bacia 1**

A área de drenagem 1 (em azul, no mapa anexo) está situada nas partes sul e leste da bacia, integrando parte dos bairros de Cidade Alta e da Ribeira. Apresenta um tipo de ocupação comercial (predominante) e residencial, padrão médio, com alta densidade. Tem área de drenagem de 64,6 ha.

Na parte sul dessa sub-área, que abrange parte do bairro de Cidade Alta, a rede de drenagem existente apresenta sinais de sub-utilização ou mesmo não-utilização para o escoamento das águas pluviais. Em diversos pontos da rede observou-se a precariedade do funcionamento do sistema, causado pelas más condições das bocas de lobo.

Deve-se enfatizar que este elemento cumpre papel fundamental na rede de drenagem, captando as águas provenientes das sarjetas, evitando os alagamentos localizados e encaminhando as águas às galerias.

O estado de precariedade de conservação e manutenção de várias bocas de lobo na sub-bacia 1 indica que uma parcela importante da contribuição gerada na bacia não é transferida para a rede de galerias, mas escoada superficialmente pela rede viária, favorecendo os alagamentos em pontos localizados.

O levantamento em campo detectou a existência de várias bocas de lobo com as aberturas de captação ou de engolimento totalmente obstruídas com pavimento

asfáltico ou mesmo com argamassa de cimento, praticamente anulando suas funções hidráulicas (Tabela 1).

Em alguns casos, há indícios de que a impermeabilização por argamassa de cimento tenha sido realizada pelos próprios moradores do bairro, motivada por fatores ligados ao uso da rede para escoamento de efluentes domésticos (mau cheiro, presença de roedores etc.).

No levantamento realizado, foram detectados dois pontos de ocorrência de conexão da rede de esgotos com a rede de drenagem:

- a) o primeiro ponto se situa no cruzamento da Rua Juvino Barreto com a rua São Tomé. Tal conexão provém de um poço da Companhia de Águas e Esgotos (CAERN);
- b) o segundo, na rua Virginia Bartolomeu (lado direito) em frente ao “camelódromo”. A conexão parece ser de origem privada.

Lamentavelmente, os serviços de revestimento asfáltico das ruas são, via de regra, realizados sem qualquer cuidado com relação à infra-estrutura de saneamento básico. Constata-se o recobrimento das tampas de acesso aos poços de visita, o que impede a realização de serviços de manutenção e limpeza da rede de drenagem.

Com relação à condução das águas pluviais nessa sub-área 1, observou-se que algumas vias com altas declividades favorecem a transferência rápida das descargas (R. Junqueira Aires, R. Juvino Barreto, Av. Rio Branco e R. Princesa Isabel) em direção a uma área plana, de cota baixa, inserida no polígono formado pelas vias R. Henrique Castriciano, Av. Tavares de Lira, Av. Rio Branco e R. Duque de Caxias.

Na parte leste da sub-bacia 1, a galeria de drenagem da rua Gustavo Cordeiro de Farias apresenta problemas semelhantes aos relatados anteriormente:

- a) bocas de lobo obstruídas pelo pavimento e por sedimentos;
- b) poços de visita com acesso impedido por causa do pavimento asfáltico.

Como resultado, uma parcela significativa dos deflúvios é transferida pela superfície do pavimento para as áreas mais baixas da sub-bacia 3, através das ruas Ferro Cardoso e Felinto Elízio. Outra parte alcança as áreas próximas da Praça José da Penha, na sub-área 2.

Informações levantadas revelam que a galeria de drenagem original, que interligava a Av. Cordeiro de Farias com a rua Tavares de Lira, foi modificada. A rede atual foi transferida para a rua do Saneamento, onde foi construída uma estrutura de dissipação de energia para posterior transferência para a galeria da rua Henrique Castriciano.

## **1.2. Rede de drenagem da sub-bacia 2**

A sub-área 2 está situada na parte central da bacia, onde se localiza a rede de galerias de águas pluviais de menor extensão. Tem área de drenagem de 19,5 ha.

A topografia plana e a posição com relação ao nível médio de maré explicam a alta susceptibilidade aos efeitos das inundações. Notadamente a área situada no polígono formado pelas vias R. Henrique Castriciano, Av. Tavares de Lira, R. Câmara Cascudo e Av. Rio Branco encontra-se sobrecarregada pelas descargas provenientes da sub-área 1.

A ocorrência de inundações nessa área indica que a rede existente está subdimensionada e/ou inadequada, não oferecendo condições de drenagem frente às descargas provenientes da sub-área 1.

Os seguintes fatores estão diretamente associados à má drenagem dessa região:

- a) funcionamento precário das bocas de lobo, por falta de limpeza e manutenção adequadas;
- b) declividades insuficientes das galerias decorrentes da pequena elevação em relação ao nível do mar;
- c) inexistência de bocas de lobo na região situada por trás da antiga Rodoviária, dificultando a drenagem nessa área.

No trecho localizado na rua Tavares de Lira, a galeria é de seção retangular (2,50 m x 1,00 m), a topografia é plana e baixa em relação ao nível médio de maré. Tais condições resultam em funcionamento hidráulico ineficiente, motivado principalmente pela intrusão das águas do rio Potengi para o interior da galeria, dificultando o escoamento das águas pluviais, sobretudo nos períodos de maré alta.



Para agravar ainda mais as condições de drenagem nesse final da rede de galerias, constata-se a ocorrência de depósitos de resíduos sólidos e de sedimentos no interior da galeria.

Com esse quadro atual, as limitações na drenagem da área exigem a necessidade de estudos e projetos visando uma melhor concepção quanto ao esgotamento das águas pluviais, com a possibilidade de redimensionamento dessa rede, motivado pelo aumento significativo das descargas provenientes da sub-área 1, a montante.

A ocorrência de inundações frequentes nessa região é um demonstrativo da gravidade atual da drenagem nesse local.

### **1.3. Rede de drenagem da sub-bacia 3**

A sub-área 3 está parcialmente inserida nos bairros da Ribeira e das Rocas. Tem área de 69,23 ha.

Uma parcela importante da rede de drenagem encontra-se em condições precárias e com funcionamento comprometido devido à obstrução por sedimentos e resíduos sólidos.

No trecho de montante da rede, situada na favela do Jacó (cruzamento da R. José O. de Macedo e Av. Floriano Peixoto) foi detectada conexão entre a rede de esgotamento sanitário da CAERN e a rede de drenagem. Nela, as condições impróprias de funcionamento propiciam a transferência de dejetos e sedimentos para o interior da rede de drenagem, comprometendo o funcionamento hidráulico da rede, a jusante.

De fato, observou-se em vários pontos a fuga de efluentes provenientes da rede de galerias pela boca de lobo (ruas Ferro Cardoso, Tenório Freire e General Glicério). Nesses pontos, a fuga de efluentes é causada pela obstrução total da rede por resíduos sólidos e sedimento.

Além disso, as condições insalubres da região constituem em fator agravante, uma vez que essa região tem topografia plana com cota baixa, local propício aos alagamentos.

Verifica-se, ainda, que essa região (sub-área 3) é abrigo para as descargas superficiais provenientes da sub-área 1 (Avenidas Gustavo Cordeiro de Farias, Floriano Peixoto e Deodoro da Fonseca) agravando sobremaneira a drenagem desse local.

Foi detectado outro ponto de conexão entre a rede de esgotamento sanitário da CAERN e a rede de drenagem no cruzamento das ruas Santo Antonio e Pastor Clímaco Bueno Azza. Na Rua Cauby Barroca, informações fornecidas por moradores indicaram a ocorrência de fugas através das juntas na rede de galerias, motivada por falha na implantação.

Na R. São João e na Av. Duque de Caxias, no trecho de montante, as galerias estão praticamente sem função devido ao comprometimento por obstrução quase total da tubulação.

Tabela 1. Características de ocupação das áreas objeto do estudo.

Bairro	Tipo de ocupação	Nível de adensamento	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Padrão de ocupação
Ribeira	Comercial	Alto	0,878	Médio
Cidade Alta	Residencial/Comercial	Alto	0,301	Médio
Rocas	Residencial	Alto	0,184	Baixo
Petrópolis	Residencial/Comercial	Médio/alto	0,234	Alto

Tabela 2. Relações causa-efeito de problemas observados no sistema de drenagem 1.

Identificação do Problema	Causas	Efeitos na drenagem
Boca de lobo obstruída por resíduos sólidos	Limpeza e varrição das ruas Serviços de limpeza da rede de drenagem	Afeta eficiência de captação da descarga proveniente da sarjeta
Boca de lobo em mal estado de conservação	Serviços de manutenção da rede de drenagem	Propicia entrada de resíduos sólidos na rede
Boca de lobo obstruída por pavimento asfáltico	Integração entre organismos públicos de serviços de infraestrutura urbana	Anula o efeito da rede de drenagem
Poço de visita coberto pelo pavimento asfáltico	Integração entre organismos públicos de serviços de infraestrutura urbana	Impede acesso à rede de drenagem, serviços de limpeza e manutenção.
Conexão com rede de esgotos da CAERN	Entrada de efluentes domésticos no sistema de drenagem	Compromete a capacidade de funcionamento hidráulico da rede; impactos negativos motivam o tamponamento de bocas de lobo pela população.
Subutilização da rede de galerias	Obstrução das bocas de lobo	Descargas conduzidas pela rede viária em direção à área inundável da sub-bacia 2.
Subutilização da rede de galerias	Obstrução das bocas de lobo	Descargas conduzidas pela rede viária em direção às áreas inundáveis da sub-bacia 3.
Ausência de sistema de captação na rua Dr. Barata (por trás da antiga Rodoviária)		Perda de eficiência na captação das descargas nessa região.

Tabela 3. Relações causa-efeito de problemas observados no sistema de drenagem 2.

Identificação do Problema	Causas	Efeitos na drenagem
Bocas de lobo sem manutenção	Serviços de manutenção	Baixa eficiência de captação Obstrução por detritos
Resíduos sólidos na sarjeta e boca de lobo	Limpeza urbana e varrição das ruas	Os resíduos são transferidos pelo fluxo para a rede de drenagem
Deposito de sedimentos no interior da galeria	Intrusão da maré para o interior da galeria Entrada de sedimentos na rede a montante	Obstrução que prejudica a drenagem
Descarga superficial proveniente da sub-bacia 1 em direção às áreas da sub-bacia 2	Rede de drenagem existente sub-dimensionada e obstruída	Inundação de parte da área da sub-bacia

Tabela 4. Relações causa-efeito de problemas observados no sistema de drenagem 3.

Identificação do Problema	Causas	Efeitos na drenagem
Bocas de lobo sem manutenção	Serviços de manutenção	Baixa eficiência de captação Obstrução por detritos
Resíduos sólidos na sarjeta e boca de lobo	Limpeza urbana e varrição das ruas	Os resíduos são transferidos pelo fluxo para a rede de drenagem
Deposito de sedimentos no interior da galeria	Intrusão da maré para o interior da galeria; Entrada de sedimentos na rede a montante	Obstrução que prejudica a drenagem
Descarga superficial proveniente da sub-bacia 1 em direção às áreas da sub-bacia 3 pela Av. Cordeiro de Farias	Rede de drenagem numero 3 (existente) obstruída pelo pavimento	Inundação de parte da área da sub-bacia 3
Conexão com a rede de esgotos da CAERN na Rua Lins Bahia	Rede de esgotamento sanitário existente com problemas de funcionamento	Refluxo dos esgotos para a via pública nas regiões baixas provocadas pela obstrução da rede a jusante; degradação da qualidade ambiental com possibilidade de problemas de saúde publica.
Conexão com a rede de esgotos da CAERN na Rua Climaco Bueno Azza	Rede de esgotamento sanitário existente com problemas de funcionamento	Refluxo dos esgotos para a via pública nas regiões baixas provocadas pela obstrução da rede a jusante; degradação da qualidade ambiental com possibilidade de problemas de saúde publica.

Tabela 4a (cont). Relações causa-efeito de problemas observados no sistema de drenagem 3.

Identificação do Problema	Causas	Efeitos na drenagem
Trechos do sistema completamente obstruído por sedimento e resíduos sólidos	Entrada de sedimentos no sistema causado por falha nas ações de limpeza urbana; Falta de conscientização da população na limpeza publica.	Obstrução do sistema impedindo o seu funcionamento; Refluxo dos esgotos para a via publica nas regiões baixas; Aumento na freqüência de inundações.
Galeria de seção retangular parcialmente obstruída por sedimento nas Ruas Silva Jardim e Felinto Elisio	Entrada de sedimento no sistema causado por falha nas ações de limpeza urbana; Falta de participação da população na limpeza publica.	Obstrução parcial do sistema impedindo o seu funcionamento; Ocorrência de inundações freqüentes

Tabela 5. Bocas de lobo em condições funcionamento precárias. Sub-área 1.

Número de Ordem	Localização
1	Cruzamento da Rua Junqueira Aires com Ulisses Caldas (lado direito)
2	Cruzamento da Rua Junqueira Aires com Ulisses Caldas (lado esquerdo)
3	Cruzamento da Rua Junqueira Aires com Cel. F. Elízio (lado esquerdo)
4	Rua Cel. F. Elízio
5	Rua Virginia Bartolomeu (lado esquerdo)
6	Cruzamento da Rua Virginia Bartolomeu com Cel. F. Elízio (lado direito)
7	Av Junqueira Aires (lado esquerdo)
8	Av Junqueira Aires (lado direito)
9	Av Junqueira Aires (lado direito)
10	Cruzamento da Rua Junqueira Aires com Rua Pax
11	Cruzamento das Ruas Avia de Sousa com Princesa Isabel
12	Av. Rio Branco (lado direito)
13	Cruzamento da Av. Rio Branco com a Rua Correia Teles
14	Av. Rio Branco (lado esquerdo)
15	Rua Juvino Barreto (lado direito)
16	Cruzamento das Ruas Juvino Barreto com Felipe Camarão
17	Cruzamento das Ruas Juvino Barreto com Felipe Camarão
18	Cruzamento das Ruas Juvino Barreto com Princesa Isabel
19	Rua Juvino Barreto (lado direito)
20	Cruzamento das Ruas Dr. Manoel Dantas com Benevole Pereira
21	Cruzamento das Ruas Dr. Manoel Dantas com Benevole Pereira
22	Cruzamento das Ruas Dr. Manoel Dantas com 1º. de maio
23	Av. Floriano Peixoto (corta-águas)
24	Av. Floriano Peixoto (lado esquerdo)
25	Av. Gustavo Cordeiro de Farias (lado esquerdo)
26	Av. Gustavo Cordeiro de Farias (lado esquerdo)
27	Av. Gustavo Cordeiro de Farias (lado esquerdo)
28	Av. Gustavo Cordeiro de Farias (lado esquerdo)

Tabela 5a (cont) . Bocas de lobo em condições funcionamento precárias. Sub-área 1.

Número de Ordem	Localização
29	Av. Gustavo Cordeiro de Farias (lado direito)
30	Av. Gustavo Cordeiro de Farias (lado direito)
31	Av. Gustavo Cordeiro de Farias (lado direito)
32	Av. Gustavo Cordeiro de Farias (lado direito)
33	Av. Gustavo Cordeiro de Farias (lado direito)
34	Cruzamento das ruas Henrique Castriano com Rio Branco
35	Pça. Augusto Severo
36	Pça. Augusto Severo

Tabela 6. Bocas de lobo em condições funcionamento precárias. Sub-área 2.

Número de Ordem	Localização
1	Cruzamento da Rua rio Branco com a Rua Sachet (lado esquerdo)
2	Cruzamento da Rua rio Branco com a Rua Sachet (lado direito)
3	Rua Rio Branco (lado direito)
4	Av. Tavares de Lira (lado direito)
5	Av. Tavares de Lira (lado esquerdo)
6	Av. Duque de Caxias (lado direito)
7	Av. Duque de Caxias (lado esquerdo)
8	Cruzamento das ruas Duque de Caxias com Cordeiro de Farias
9	Cruzamento das ruas Duque de Caxias com Cordeiro de Farias



Tabela 7. Bocas de lobo em condições funcionamento precárias. Sub-área 3.

Número de Ordem	Localização
1	Cruzamento das Ruas rio Branco com Sachet (lado esquerdo)
2	Cruzamento das Ruas rio Branco Sachet (lado direito)
3	Rua José O. de Macedo (lado esquerdo)
4	Av. Tavares de Lira (lado direito)
5	Av. Tavares de Lira (lado esquerdo)
6	Rua Teotônio Freire (lado direito)
7	Rua Teotônio Freire (lado direito)
8	Rua Teotônio Freire (lado direito)
9	Rua Teotônio Freire (lado direito)
10	Rua Teotônio Freire (lado esquerdo)
11	Rua Teotônio Freire (lado esquerdo)
12	Rua Teotônio Freire (lado esquerdo)
13	Rua Teotônio Freire (lado esquerdo)
14	Cruzamento das ruas Teotônio Freire e Ferro Cardoso
15	Cruzamento das ruas Teotônio Freire e Ferro Cardoso
16	Cruzamento das ruas Teotônio Freire e Ferro Cardoso
17	Cruzamento das ruas Teotônio Freire e Ferro Cardoso
18	Cruzamento das ruas Ferro Cardoso e Gal. Glicério
19	Cruzamento das ruas Ferro Cardoso e Gal. Glicério
20	Cruzamento das ruas Ferro Cardoso e Gal. Glicério
21	Cruzamento das ruas Teotônio Freire e Felinto Elisio
22	Cruzamento das ruas Teotônio Freire e Felinto Elisio
23	Cruzamento das ruas Teotônio Freire e Felinto Elisio
24	Cruzamento das ruas Gal. Glicério e Felinto Elisio
25	Rua Gal. Glicério (lado direito)
26	Rua Gal. Glicério (lado direito)
27	Rua Gal. Glicério (lado direito)
28	Rua Gal. Glicério (lado direito)
29	Rua Gal. Glicério (lado esquerdo)
30	Rua Gal. Glicério (lado esquerdo)

Tabela 7a (cont). Bocas de lobo em condições funcionamento precárias. Sub-área 3.

Número de Ordem	Localização
31	Rua Gal. Glicério (lado esquerdo)
32	Rua Gal. Glicério (lado esquerdo)
33	Cruzamento das ruas Gal. Glicério e Luiz J. de M. Filho
34	Cruzamento das ruas Gal. Glicério e Luiz J. de M. Filho
35	Cruzamento das ruas Cel. Freire e Teotônio Freire
36	Cruzamento das ruas Cel. Freire e Teotônio Freire
37	Cruzamento das ruas Cel. Freire e Gal. Glicério
38	Rua Severino Tavino
39	Rua Severino Tavino
40	Rua Vereador Cauby Barroca
41	Rua Vereador Cauby Barroca
42	Rua Vereador Cauby Barroca
43	Rua Vereador Cauby Barroca
44	Rua Climaco Bueno Azza
45	Rua Climaco Bueno Azza
46	Rua Climaco Bueno Azza
47	Rua Pereira Simões (lado direito)
48	Rua Pereira Simões (lado esquerdo)
49	Rua Pereira Simões (corta-águas)
50	Cruzamento das ruas José Varela e Trav. São Pedro II
51	Rua São Francisco
52	Rua Santo Inácio (lado direito)
53	Rua São João (lado direito)
54	Rua São João (lado esquerdo)
55	Av. Duque de Caxias (lado esquerdo)
56	Av. Duque de Caxias (lado esquerdo)
57	Av. Duque de Caxias (lado esquerdo)
58	Av. Duque de Caxias (lado esquerdo)
59	Av. Duque de Caxias (lado direito)

## 2. AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DAS REDES DE GALERIAS DE DRENAGEM

A fim de avaliar a capacidade de descarga de águas pluviais das galerias existentes na região de estudo, as três redes de drenagem foram devidamente caracterizadas hidráulica e hidrológicamente a partir dos levantamentos de informações de projetos executivos e de levantamentos detalhados em campo.

Cada uma das redes foi caracterizada pelos trechos de galerias, sendo cada trecho acoplado ou não a uma, duas ou até três trechos situados imediatamente a montante. Em anexo, esses trechos estão apresentados em mapa da região com destaque para as sub-áreas de drenagem e redes de galerias de águas pluviais.

Para cada trecho, foi avaliada a vazão decorrente de uma chuva crítica com período de retorno de 5 anos. Foi utilizada a equação de chuva intensa para a cidade de Natal, desenvolvida em estudos anteriores pela UFRN e expressa por:

$$i = \frac{502,47T^{0,1431}}{(t + 10.8)^{0,606}}$$

sendo  $i$  a intensidade de chuva em mm/h;  $T$  o período de retorno em anos;  $t$  a duração da chuva em minutos.

Calculada a área de drenagem associada a um trecho da rede, foi calculada a vazão de drenagem correspondente a uma duração de chuva crítica para aquele trecho e com período de retorno de 5 anos. Simultaneamente, foi calculada a capacidade de transporte daquele trecho de galeria, admitindo que a galeria estivesse totalmente desobstruída e em condições favoráveis para promover a drenagem.

Como parâmetro indicador da eficiência hidráulica de cada trecho, utilizou-se da relação entre a capacidade da galeria e a vazão crítica de águas pluviais.

A seguir, são apresentados os principais resultados e comentários, com indicações dos trechos com funcionamento inadequado.

## 2.1. Rede de galerias da sub-rede 1

A Tabela 8 fornece as principais informações dessa rede de galerias, ou seja, para cada trecho, o comprimento, declividade, área de drenagem, dimensão da seção transversal e coeficiente de deflúvio da área de drenagem adjacente. Em seguida, a chuva crítica, o deflúvio superficial esperado, a capacidade da galeria e a relação de eficiência.

Para essa rede, verifica-se que as dimensões das galerias seriam suficientes para a drenagem da área caso o sistema de bocas de lobo estivesse adequado tanto em localização, acesso e limpeza. Principalmente, caso as galerias estivessem em condições operacionais adequadas, sem obstruções e deposições de sedimentos, resíduos sólidos em geral e lodos provenientes de esgotos domésticos.

Tabela 8. Planilha de cálculo da eficiência de drenagem da sub-área 1.

REDE 1

Trecho	Compr. (m)	Decl. (m/m)	Área total (m <sup>2</sup> )	Dim.gal.(m)	Coef. Defl.	int.chuv.crit (mm/h)	Deflúvio (m <sup>3</sup> /s)	Cap.galeria (m <sup>3</sup> /s)	Eficiencia
j	Lj	lj	Atj	D ou B-H	C	lcr	QD	QG	QG/QD
1	346	0.06	69486	0.6	0.5	98.7	0.952	2.462	2.6
2	346	0.01	63753	0.6	0.6	96.1	1.021	1.005	1.0
3	90	0.0067	135087	1.4x0.8	0.6	95.0	2.139	3.950	1.8
4	90	0.09	19696	0.5	0.6	100.1	0.329	1.854	5.6
5	410	0.0015	184775	1.9x1.0	0.6	91.4	2.816	3.679	1.3
6	306	0.0731	84806	0.6	0.6	93.7	1.324	2.717	2.1
7	180	0.0444	98861	0.6	0.5	99.4	1.365	2.118	1.6
8	197	0.0437	48640	0.8	0.5	99.5	0.672	4.525	6.7
9	84	0.035	150432	0.8	0.6	98.9	2.480	4.050	1.6
10	191	0.0884	61475	0.5	0.6	99.6	1.020	1.837	1.8
11	70	0.034	214228	0.8	0.6	98.5	3.517	3.991	1.1
12	484	0.0591	53348	0.8	0.6	98.4	0.875	5.262	6.0
13	80	0.0325	270056	1.4x0.7	0.6	97.8	4.404	6.963	1.6
14	220	0.0566	31211	0.5	0.6	99.1	0.516	1.470	2.9
15	227	0.0325	29380	0.5	0.5	98.6	0.403	1.114	2.8
16	172	0.0536	75607	0.6	0.4	97.7	0.821	2.327	2.8
17	142	0.0093	353361	2.5x1.0	0.5	96.4	4.730	12.055	2.5
18	362	0.01	269581	1.2	0.6	89.1	4.003	6.383	1.6
19	242	0.016	645900	3.0x1.6	0.6	86.5	9.307	9.467	1.0

## 2.2. Rede de galerias da sub-área 2

Além dos problemas de obstrução de bocas de lobo e das galerias, verificou-se que dois trechos de galerias encontram-se sub-dimensionados, o que pode ser visto na Coluna relativa à Eficiência da galeria na Tabela 9. Ou seja, os trechos 2 e 7 não apresentam capacidade hidráulica suficiente para transportar os deflúvios gerados por uma chuva crítica com período de retorno de 5 anos.

O último trecho dessa rede (trecho 10) apresenta eficiência inadequada para o funcionamento como canal. No entanto, devido à sua pequena declividade, o funcionamento hidráulico da galeria ocorrerá como a de um conduto sob pressão, com uma pequena carga disponível para descarregar a vazão gerada pela chuva crítica.

Tabela 9. Planilha de cálculo da eficiência de drenagem da sub-área 2.

REDE 2

Trecho	Compr. (m)	Decl. (m/m)	Área total (m <sup>2</sup> )	Dim.gal.(m)	Coef. Defil	int.chuv.crit (mm/h)	eflúvio (m <sup>3</sup> )	Cap.galeria (m <sup>3</sup> /s)	Eficiência
j	L <sub>j</sub>	l <sub>j</sub>	A <sub>tj</sub>	D ou B-H	C	I <sub>cr</sub>	QD	QG	QG/QD
1	36	0.005	8274	0.6	0.6	99.9	0.138	0.711	5.2
2	270	0.0006	62694	1.4x0.8	0.6	80.6	0.842	0.551	0.7
3	90	0.0003	80414	2.5x1.0	0.6	75.5	1.012	1.089	1.1
4	80	0.0012	14878	0.6	0.6	97.5	0.242	0.348	1.4
5	70	0.0012	10771	0.6	0.6	97.9	0.176	0.348	2.0
6	125	0.0012	19587	0.6	0.6	95.9	0.313	0.348	1.1
7	177	0.0001	46802	1.4x0.8	0.6	70.7	0.552	0.225	0.4
8	123	0.0009	151940	2.5x1.0	0.6	72.0	1.823	1.887	1.0
9	142	0.0008	13727	0.7	0.6	94.8	0.217	0.429	2.0
10	150	0.001	194912	2.5x1.0	0.6	68.4	2.223	1.989	0.9

### 2.3. Rede de galerias da sub-área 3

Observou-se nessa sub-área que vários trechos não apresentam dimensões adequadas para o transporte de vazões de drenagem em eventos considerados com período de retorno de 5 anos. De acordo com a Tabela 10 a seguir, observa-se que os trechos 7, 9, 17, 18, 28, 31, 33 e 35 têm eficiência muito baixa, exigindo-se reforços em galerias para possibilitar a drenagem requerida. Evidentemente, como nas outras redes, há a imperativa necessidade de recuperação das bocas de lobo existentes, com a alocação de novas bocas de lobo e um serviço especializado de limpeza e recuperação das galerias.

Tabela 10. Planilha de cálculo da eficiência de drenagem da sub-área 3.

REDE 3

Trecho	Compr. (m)	Decl. (m/m)	Área total (m2)	Dim.gal.(m)	Coef. Defl.	int.chuv.crit (mm/h)	Deflúvio (m3/s)	Cap.galeria (m3/s)	Eficiencia
j	Lj	lj	Atj	D ou B-H	C	Icr	QD	QG	QG/QD
1	264	0.094	11255	0.6	0.6	99.4	0.186	3.081	16.5
2	175	0.01	5513	0.4	0.6	97.5	0.090	0.341	3.8
3	105	0.022	32147	0.6	0.2	96.6	0.173	1.491	8.6
4	92	0.003	21254	0.6	0.6	98.3	0.348	0.550	1.6
5	100	0.013	57271	0.8	0.6	95.7	0.914	2.468	2.7
6	120	0.035	30885	0.8	0.6	99.8	0.514	4.050	7.9
7	220	0.0025	103362	1.20x0.70	0.6	86.7	1.494	0.767	0.5
8	154	0.0016	22717	1.20x0.70	0.6	126.1	0.478	0.614	1.3
9	60	0.002	127823	1.40x0.70	0.6	84.6	1.802	0.880	0.5
10	197	0.0017	32636	1.20x0.70	0.6	89.6	0.487	0.633	1.3
11	192	0.0013	28688	1.35x1.0	0.6	89.5	0.428	0.977	2.3
12	104	0.0032	14749	0.6	0.6	98.1	0.241	0.569	2.4
13	70	0.0083	8099	0.5	0.6	99.4	0.134	0.563	4.2
14	100	0.0013	26928	1.20x0.70	0.6	91.8	0.412	0.553	1.3
15	111	0.0008	61677	1.35x1.0	0.6	83.6	0.859	0.831	1.0
16	66	0.0028	1654	1.40x0.70	0.6	141.1	0.039	0.982	25.3
17	70	0.0017	166202	1.40x0.70	0.6	81.9	2.269	0.765	0.3
18	180	0.001	26240	0.5	0.6	92.6	0.405	0.195	0.5
19	87	0.001	196033	2.80x2.10	0.6	79.8	2.607	6.613	2.5
20	126	0.004	271735	2.80x2.50	0.6	78.4	3.552	16.784	4.7
21	43	0.025	4701	0.6	0.6	100.2	0.078	1.589	20.2
22	91	0.01	282269	2.80x2.60	0.6	77.8	3.662	27.980	7.6
23	132	0.0037	21549	0.6	0.6	97.7	0.351	0.611	1.7
24	85	0.0037	11331	0.6	0.6	98.7	0.186	0.611	3.3
25	97	0.001	318374	2.80x2.60	0.6	75.9	4.029	8.848	2.2
26	100	0.0013	24531	1.20x0.70	0.6	93.8	0.383	0.553	1.4
27	175	0.001	364542	2.80x2.60	0.6	72.8	4.422	8.848	2.0
28	70	0.001	75692	0.8	0.6	98.1	1.238	0.685	0.6
29	120	0.0056	21204	0.90x0.70	0.6	96.2	0.340	0.797	2.3
30	128	0.001	30048	0.7	0.6	95.8	0.480	0.479	1.0
31	308	0.0003	191346	1.30x0.90	0.6	71.1	2.267	0.419	0.2
32	40	0.0025	10825	0.6	0.6	99.5	0.179	0.503	2.8
33	138	0.0003	215994	1.30x0.90	0.6	64.5	2.322	0.419	0.2
34	80	0.0065	6044	0.6	0.6	99.2	0.100	0.810	8.1
35	74	0.0003	225263	1.30x0.90	0.6	61.6	2.312	0.419	0.2
36	192	0.0005	617822	2.80x2.60	0.6	58.8	6.052	6.257	1.0
37	153	0.0083	29931	1.20x0.80	0.6	96.5	0.482	1.688	3.5
38	57	0.0005	651082	2.80x2.60	0.6	58.0	6.295	6.257	1.0
39	48	0.0063	16194	0.6	0.6	99.7	0.269	0.798	3.0
40	72	0.0015	18694	0.6	0.6	97.3	0.303	0.389	1.3
41	208	0.0003	682315	2.80x2.60	0.6	54.7	6.223	4.846	0.8

### **3. CONCLUSÕES SOBRE O SISTEMA DE DRENAGEM DA ÁREA EM ESTUDO**

Este relatório tem o objetivo de diagnosticar as condições de funcionamento do sistema de drenagem pluvial dos bairros da Ribeira, Cidade Alta e Rocas, na cidade de Natal. Para isso, foi realizado um levantamento de campo para a obtenção do *layout* do sistema de drenagem.

Os dados levantados serviram de entrada na análise do funcionamento hidráulico-hidrológico do sistema, apontando os pontos críticos, relatando problemas que contribuem para a degradação ambiental da área de estudo.

A análise dos diferentes fatores relacionados com o sistema de drenagem permitiu desenvolver uma série de relações causa-efeito para cada sub-área analisada, associando cada problema com a sua origem, assim como os prováveis efeitos. Além disso, construiu-se um banco de dados obtido com base no levantamento de campo, em que figuram as bocas de lobo existentes e em condições precárias de funcionamento hidráulico, para cada uma das três sub-áreas.

Vale citar que o estado de precariedade das bocas de lobo reflete a própria precariedade do sistema de drenagem, uma vez que esses fatores têm relação direta. Dentre os problemas verificados e já mencionados, ressaltamos os seguintes:

- encobrimento dos elementos de drenagem pelo revestimento (pavimentação asfáltica) da rede viária;
- conexão indevida da rede de esgotamento sanitário da CAERN com a rede de drenagem, com efeitos nocivos à própria rede de drenagem;
- na sub-área 3, a obstrução de vários trechos da rede de galerias aliado à conexão indevida com a rede de esgotos produz efeitos degradantes ao ambiente urbano, refletidos na ocorrência de refluxo dos esgotos provenientes das bocas de lobo para a via pública nos pontos baixos da bacia;
- ausência de realização de serviços básicos de manutenção da rede: desobstrução e retirada de resíduos sólidos, limpeza e varrição das ruas.

Observou-se, também, a necessidade de que sejam desenvolvidas ações sociais que permitam a abordagem destes problemas, despertando o interesse da população

destes bairros para o envolvimento e participação cidadã nas questões que envolvem o ambiente urbano da área.

Em resumo, o sistema de drenagem destes bairros encontra-se num estado de “sucateamento”, com funcionamento apenas parcial em vários trechos da rede provocado pela obstrução por resíduos sólidos.

Além disso, a análise quantitativa da eficiência hidráulica do sistema nas três sub-áreas permitiu detectar trechos em que o funcionamento hidráulico não satisfaz as condições mínimas necessárias para as descargas das vazões, informação que servirá de base para os estudos a serem realizados na próxima fase do plano de reabilitação da Ribeira.

#### **4. SITUAÇÃO DAS DEMAIS INFRA-ESTRUTURAS - DADOS SECUNDÁRIOS**

No que concerne ao abastecimento de água potável, o bairro da Ribeira apresenta (IBGE, Censo Demográfico 2000) um total de 569 domicílios ligados à rede geral da concessionária CAERN (Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte) do serviço, na forma considerada pelo IBGE como de conexão adequada, ou seja, com provisão de água canalizada em pelo menos um cômodo.

Esse conjunto representava, em 2000, 97,93% do total de domicílios do bairro, sendo os restantes 2,07% dos domicílios não conectados à rede geral e obtendo água através de outra forma que não poço ou nascente, provavelmente sendo abastecidos por caminhões-pipa mediante aquisição direta a fornecedores.

Comparativamente ao conjunto da área denominada neste trabalho de “região da Ribeira” (em verdade, a AED definida pelo IBGE e composta pelos bairros da Cidade Alta, Ribeira e Rocas: ver a esse respeito os relatórios correspondentes aos aspectos metodológicos e à análise de dados socioeconômicos e demográficos secundários), a Ribeira está em melhores condições do que a média da região que tem 86% dos domicílios com adequada conexão à rede de água (ver Tabela 3 do relatório de análise de dados socioeconômicos secundários).



Por tipo de uso, as ligações à rede de água potável, segundo dados da CAERN para 2005, seguem a distribuição exposta na Tabela 11 abaixo.

Tabela 11 – Ligações à rede de abastecimento de água, por tipo de uso.

<b>Tipo de uso</b>	<b>Quantidade de ligações</b>	<b>Porcentagem</b>
Residencial	423	46,79 %
Comercial	376	41,59 %
Industrial	40	4,43 %
Público	65	7,19 %
<b>Total</b>	<b>904</b>	<b>100,00 %</b>

Observe-se, em primeiro lugar, comparando a informação sobre ligações de uso residencial na Tabela 11 com a quantidade de 569 domicílios informados pelo IBGE como tendo adequada conexão a rede, que há uma defasagem entre o número de ligações e o número de domicílios conectados, o que se deve à presença de condomínios residenciais na área.

Por outro lado, a Tabela 11 apresenta, indiretamente, uma aproximação para a distribuição de usos dos lotes na Ribeira, reforçando o caráter residencial e comercial do bairro.

Ainda segundo dados da mesma CAERN, para 2005, a Tabela 12 a seguir apresenta o consumo de água por tipo de uso.

Tabela 12 – Consumo de água proveniente da rede de abastecimento, por tipo de uso.

<b>Tipo de uso</b>	<b>Consumo (m³)</b>	<b>Porcentagem</b>
Residencial	15.217	35,08 %
Comercial	10.791	24,88 %
Industrial	4.988	11,50 %
Público	12.383	28,54 %
<b>Total</b>	<b>43.379</b>	<b>100,00 %</b>

Verifique-se o elevado consumo das ligações do tipo de uso público, que são pouco mais de 7 % das ligações e atingem mais de 28% do total de água consumida. Na Tabela 13 abaixo, elaborada a partir das duas anteriores, pode-se verificar o consumo médio mensal de água por tipo de uso da conexão.

Tabela 13 – Consumo médio mensal de água encanada, por tipo de uso.

<b>Tipo de uso</b>	<b>Consumo médio (m³), por ligação e tipo</b>	<b>Consumo médio por tipo de uso/ Consumo médio por ligação</b>
Residencial	36,0	0,75
Comercial	28,7	0,60
Industrial	124,7	2,60
Público	190,5	3,97
<b>Total</b>	<b>48,0</b>	<b>1,00</b>

Já no que se refere ao serviço de esgotamento sanitário, a Tabela 14 abaixo apresenta os dados referentes à existência de ligações à rede pública por tipo de uso e uma estimativa de contribuição, segundo a CAERN, para o ano de 2005.

Tabela 14 – Quantidade de ligações à rede de esgotos e estimativa de contribuição, por tipo de uso.

<b>Tipo de uso</b>	<b>Ligações</b>	<b>Percentual</b>	<b>Contribuição (m³)</b>	<b>Porcentagem</b>
Residencial	307	40,77 %	11.707	29,94 %
Comercial	349	46,35 %	10.248	26,21 %
Industrial	35	4,65 %	4.858	12,42 %
Público	62	8,23 %	12.291	31,43 %
<b>Total</b>	<b>753</b>	<b>100,00 %</b>	<b>39.104</b>	<b>100,00 %</b>

Observa-se que, para o uso residencial, a CAERN apontava, em 2005, um déficit de 116 ligações de esgoto relativamente às ligações à rede de água. Esse déficit chegava a: 27 ligações no caso do uso comercial; 5 no caso do industrial e 3 no caso do

público. Totalizava-se assim, em 2005, segundo a CAERN, 151 das 904 ligações de água existentes na Ribeira (ou seja, 16,7% do total de ligações) que não apresentavam a correspondente conexão à rede de esgotamento sanitário.

Essa situação pode ser aprofundada pelo exame dos dados do IBGE para 2000. Segundo o IBGE, dos 581 domicílios censados à época na Ribeira, dos quais 569 eram conectados adequadamente à rede pública de abastecimento de água, apenas 252 (43,37 % do total de 581) estavam igualmente conectados à rede pública de esgotos, 188 (32,36%) usavam fossas sépticas, 58 (9,98 %) usavam fossas rudimentares, 38 (6,54 %) lançavam as águas servidas diretamente ao rio Potengi e um resíduo de 45 (7,75 %) não apresentavam banheiro ou sanitário.

Quanto à produção diária de lixo domiciliar, a URBANA estimava, em 2003, que a Ribeira produzia 4 toneladas coletadas. Para o IBGE, com dados de 2000, 97,93% dos domicílios da Ribeira tinha lixo coletado. Apenas cerca de 2 % dos domicílios servia-se do rio como destino do lixo do domicílio.

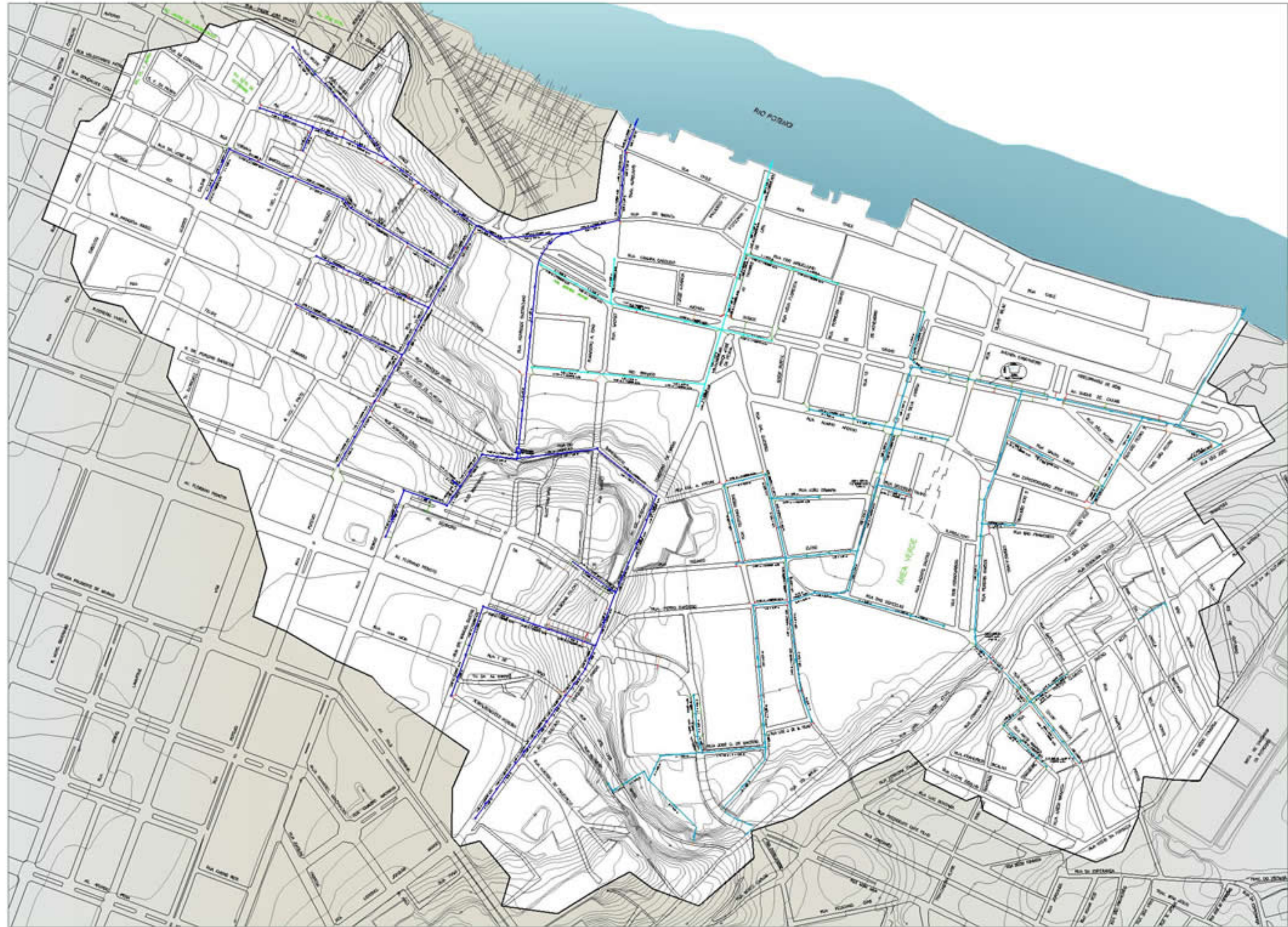
Por fim, a Tabela 15 apresenta dados da COSERN (para 2004), concessionária do serviço de energia elétrica na área em estudo, concernentes ao número de ligações à rede pública.

Tabela 15 – Ligações à rede de energia elétrica, por tipo de uso.

<b>Tipo de uso</b>	<b>Quantidade de ligações</b>	<b>Percentagem</b>
Residencial	733	53,70 %
Comercial	32	2,34 %
Industrial	520	38,10 %
Público	74	5,42 %
Outros	6	0,44 %
<b>Total</b>	<b>1365</b>	<b>100,00 %</b>

Obs: No tipo de uso "Outros" estão as ligações da rede de iluminação pública e da própria concessionária.





REDE DE DRENAGEM

LEGENDA:

- REDE DE DRENAGEM 1 —
- REDE DE DRENAGEM 2 —
- REDE DE DRENAGEM 3 —
- LIMITE DA BARRA —
- CURVA DE NÍVEL —
- RUA PAVIMENTADA —
- RUA NÃO PAVIMENTADA —
- BOCA DE LOBO NÍVEL 1 —
- BOCA DE LOBO NÍVEL 2 —
- BOCA DE LOBO NÍVEL 3 —
- POÇO DE VISTA ●
- POÇO SEM ACESSO ○
- LINHA FERREA —

ESCALA: 1:2500  
DATA: MAIO/2008

INFORMAÇÕES GERAIS:  
Mapa elaborado com base  
na cartografia digital da CERN



CONVENÇÕES:  
Limite dos Bares  
Barragem de Ribeira