

PROJETO SERELAREFA

PROPOSTA de projeto específico para um estudo de caso

TÍTULO:

DIMINUIÇÃO DO RISCO HIDRÁULICO na cidade de Resende pela introdução de técnicas de REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL na ÁREA RURAL DO RIO SESMARIA

Este documento

O Projeto "SERELAREFA"

O Projeto SERELAREFA - Semillas REd Latina Recuperación Ecosistemas Fluviales y Acuáticos (Sementes de uma rede Latino-Americana para a recuperação de ecossistemas fluviais e aquáticos), financiado pelo programa europeu UE FP7-PEOPLE IRSES 2009, visa melhorar a forma com que os cursos d'água são geridos, a fim de obter benefícios tanto para meio ambiente quanto para as atividades socioeconômicas. Este projeto estimula a adoção do conceito de Requalificação de Rios. Missões de intercâmbio, viagens de estudo, acúmulo de experiências, criação de estudos de casos e publicações são as principais atividades.

O projeto começou em setembro de 2010 e tem duração de três anos. Os parceiros são:

- Itália - Centro Italiano per la Riquilificazione Fluviale-CIRF, coordenador (www.cirf.org)
- Espanha - Universidad Politécnica de Madrid-UPM
- Brasil - Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ
- México - Universidad de Guadalajara-UDG
- Chile - Dirección de Obras Hidráulicas-DOH
- Chile - Universidad de Concepción-UDEC

Este documento integra um conjunto de estudos propostos, conduzidos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, no contexto do Projeto SERELAREFA. Em particular, o caso de estudo aqui proposto, tem como objetivo apresentar e discutir a situação do rio Sesmaria, usando um modelo matemático como uma ferramenta de simulação para representar a sua bacia de forma sistêmica. Além disso, este estudo busca tirar proveito do fato de que apenas uma parte da bacia, perto da foz do rio Sesmaria, é fortemente urbanizada, havendo, a montante, bastante espaço disponível para as ações de requalificação. Nesta parte da bacia, a ocupação é predominantemente rural e, portanto, a possibilidade de requalificação e restauração de rios é maior e mais completa, devido à facilidade de se obter maiores áreas e por suas águas serem, normalmente, menos poluídas. Em áreas urbanas essas ações são mais difíceis, uma vez que os ambientes são mais alterados e nem sempre é possível resgatar características fundamentais dos rios.

Pretende-se entender o comportamento do rio, sob uma ótica integral, considerando seu comportamento geomorfológico natural e sua evolução, antes de aplicar as medidas propostas, a fim de evitar prejuízos futuros. Objetiva-se propor medidas no âmbito da requalificação fluvial, visando reduzir os riscos hidráulico e hidromorfológico, e contrapor essas medidas a uma alternativa tradicional de barramento do rio, para controle de cheias.

DIMINUIÇÃO DO RISCO HIDRÁULICO na cidade de Resende pela introdução de técnicas de REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL na ÁREA RURAL DO RIO SESMÁRIA

Versão: 1.3

Revisão: A. C. P. Jacob (11 de abril de 2012) A. P. Veról (23 de maio de 2012) A. C.P. Jacob (25 de maio de 2012) M.G.Miguez (10 de junho 2012)

Contexto

A bacia do rio Sesmária está inserida na região conhecida como Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, no limite dos estados brasileiros de São Paulo e Rio de Janeiro (Figura 1), e localiza-se sob as coordenadas 22°35'18,81" S, 44°28'55,68" O.

O rio Sesmária, formado pelos rios Feio e Formoso, nasce em São José do Barreiro (SP), atravessa parte deste município e segue seu curso até Resende (Figura 2), desaguando no Rio Paraíba do Sul, na parte central da cidade.

Algumas informações características da bacia são apresentadas a seguir:

- Possui uma área de drenagem de 149 km².
- A extensão total do maior eixo de drenagem da bacia é de aproximadamente 38 km e é formado pelos rios Formoso e Sesmária.
- O rio Sesmária tem aproximadamente 24 km, sendo 19 km em região predominantemente rural e 5 km atravessando a região urbanizada de Resende.
- Ao longo de seu comprimento, este rio passa por vales encaixados e planícies inundáveis. É um rio com muitos meandros e que sofre constantes problemas de erosão e sedimentação.
- O clima da bacia é considerado subtropical com inverno seco e verão quente e temperatura média anual de 20°C. A precipitação média anual é de 1600 mm.

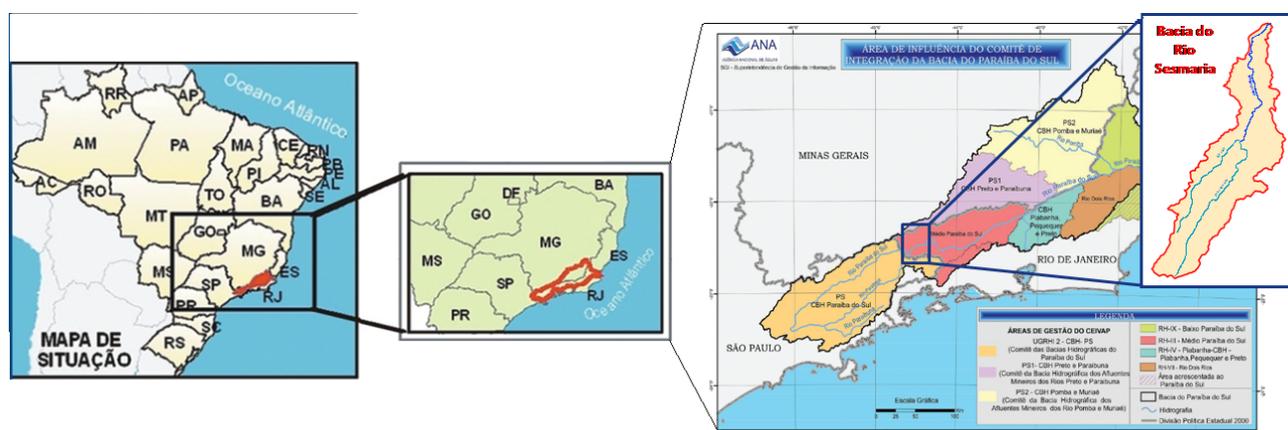


Figura 1: Mapa do Brasil com a localização da bacia do rio Sesmária. Fontes: CBH-PS (2009); Braga et al. (2008).

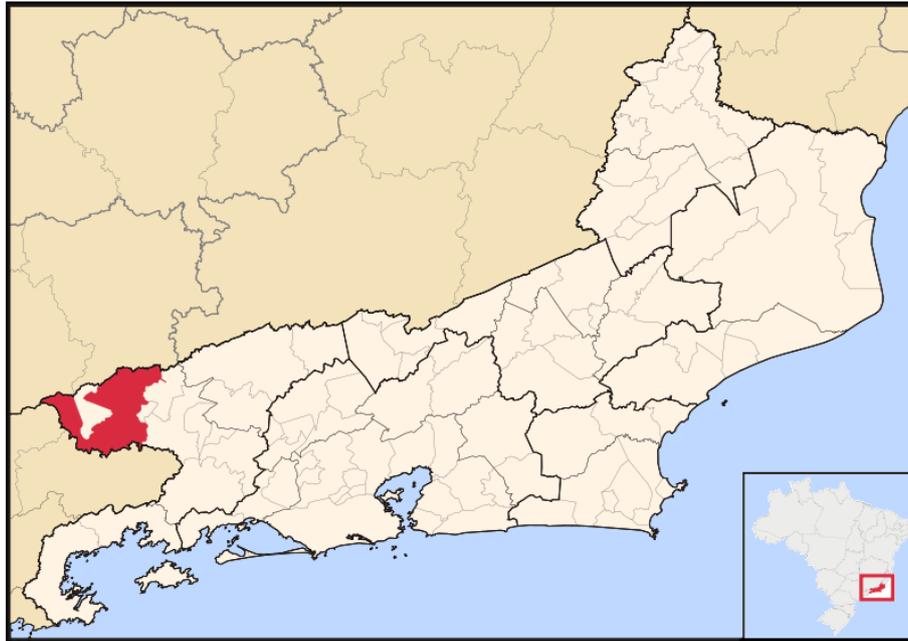


Figura 2: Mapa do Estado do Rio de Janeiro com a localização da cidade de Resende, em vermelho.

- O principal afluente do rio Sesmária é o rio São João, que está localizado na sua margem direita, a 2,7 km da confluência dos rios Feio e Formoso. A Figura 3 mostra a delimitação da bacia hidrográfica do rio Sesmária, apresentando não só o próprio rio Sesmária, como também os rios Feio, Formoso, São João e Paraíba do Sul.

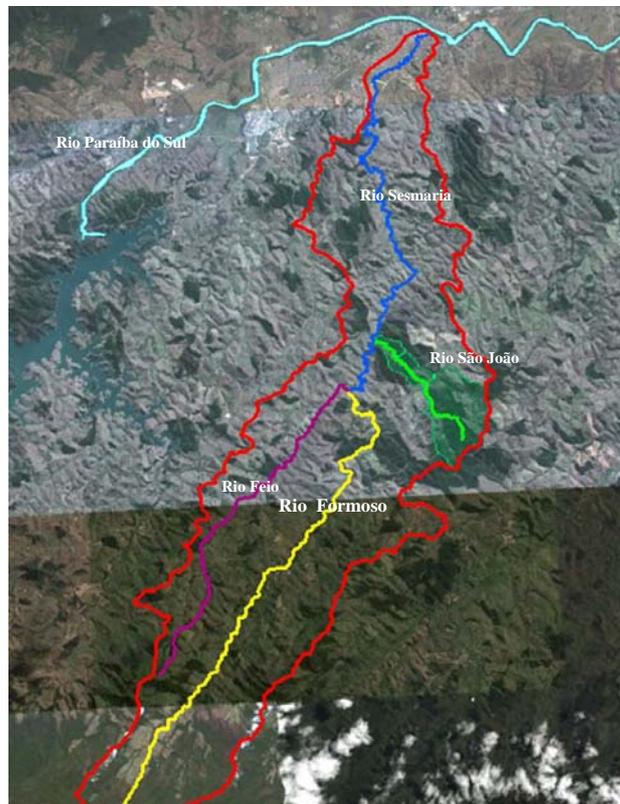


Figura 3: Bacia hidrográfica do rio Sesmária. Em verde a bacia do rio São João, em amarelo o rio Formoso, em roxo o rio Feio e em azul o rio Sesmária. Imagem modificada do software Google Earth, em 03/09/11.

A Figura 4 é uma imagem representativa da área rural da bacia, onde se pode observar os vales encaixados e a cobertura vegetal predominante (gramínea).



Figura 4: Imagem representativa da área rural da bacia.

As Figuras 5 e 6 mostram a parte urbana da bacia. Pode-se observar na imagem mais antiga, Figura 5, maior sinuosidade na foz do rio Sesmaria, à direita da foto, e não há ocupação das margens. Na



Figura 6, imagem recente, as margens já se encontram totalmente ocupadas.



Figura 5: Imagem antiga da cidade de Resende. A foz do rio Sesmaria, à direita, não tinha ocupação das margens. Fonte: *website* Resende Fotos.



Figura 6: Imagem recente da cidade de Resende. Observa-se a ocupação das margens do rio, à direita. Fonte: Google Earth.

Uso e cobertura do solo

A bacia em estudo, historicamente, vem sendo submetida a sucessivas mudanças ambientais decorrentes dos diferentes modos de uso e cobertura do solo. Estas mudanças são resultado da evolução ocorrida ao longo de séculos no vale do rio Paraíba do Sul. Por estar localizada entre três Estados de grande importância política e econômica para o país (Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais), a bacia do rio Paraíba do Sul passou, ao longo de séculos, por diferentes tipos de uso e ocupação do solo e sofreu, conseqüentemente, muitas mudanças em sua paisagem.

Originalmente a região era toda ocupada por Mata Atlântica. Porém, entre meados do século XVIII e final do século XIX, predominou na região o cultivo de café, que, pela sua grande força político-econômica, se expandiu de maneira incontrolável, resultando na grande devastação da cobertura vegetal na região.

No século XX, após o declínio dessa atividade, observou-se no Sudeste e no Centro-oeste do país, a expansão da fronteira agropecuária. Na bacia do rio Sesmaria não foi diferente. As encostas, já bastantes desgastadas pelo plantio de café, foram transformadas em extensos campos de gramíneas para a pecuária extensiva, o que gerou, novamente, alterações nos regimes climáticos e hidrológicos da região (DANTAS, 1995).

Nas décadas de 1940 e 1950, o crescimento da industrialização e a criação da CSN (Companhia Siderúrgica Nacional), em Volta Redonda, motivaram a instalação de fábricas do setor automobilístico, aeroespacial e bélico na região. Em consequência disso, houve o crescimento dos núcleos urbanos no corredor Rio-São Paulo.

Desde o começo do século XXI, uma nova monocultura vem ganhando espaço. A expansão do cultivo do eucalipto em vastas áreas, que se iniciou em São Paulo, vem crescendo em direção ao Rio de Janeiro. De acordo com SATO (2008), no ano de 2000, 76% da área da bacia do rio Sesmaria era composta por gramíneas e pastagens, enquanto manchas de cobertura arbórea (23%) concentravam-se no domínio montanhoso correspondente a Serra da Bocaina. A cidade de Resende ocupava 1% do território e não se observava plantio de eucalipto na bacia. Com a alta taxa de expansão do plantio do eucalipto, atualmente observa-se várias fazendas da monocultura instaladas nos topos das colinas, ocupando a paisagem antes degradada. As gramíneas e pastagens passaram a representar 71% da região, as florestas 21% e o eucalipto 6%. Todavia, a parcela urbana da bacia passou a ocupar 2% do território, representada quase que unicamente pela área urbana de Resende. Estima-se um aumento da área urbana, uma vez que a cidade está em pleno crescimento, o que pode ser observado pela instalação de condomínios residenciais em áreas rurais. A Figura 7 apresenta o mapa de uso e cobertura do solo atual da bacia.

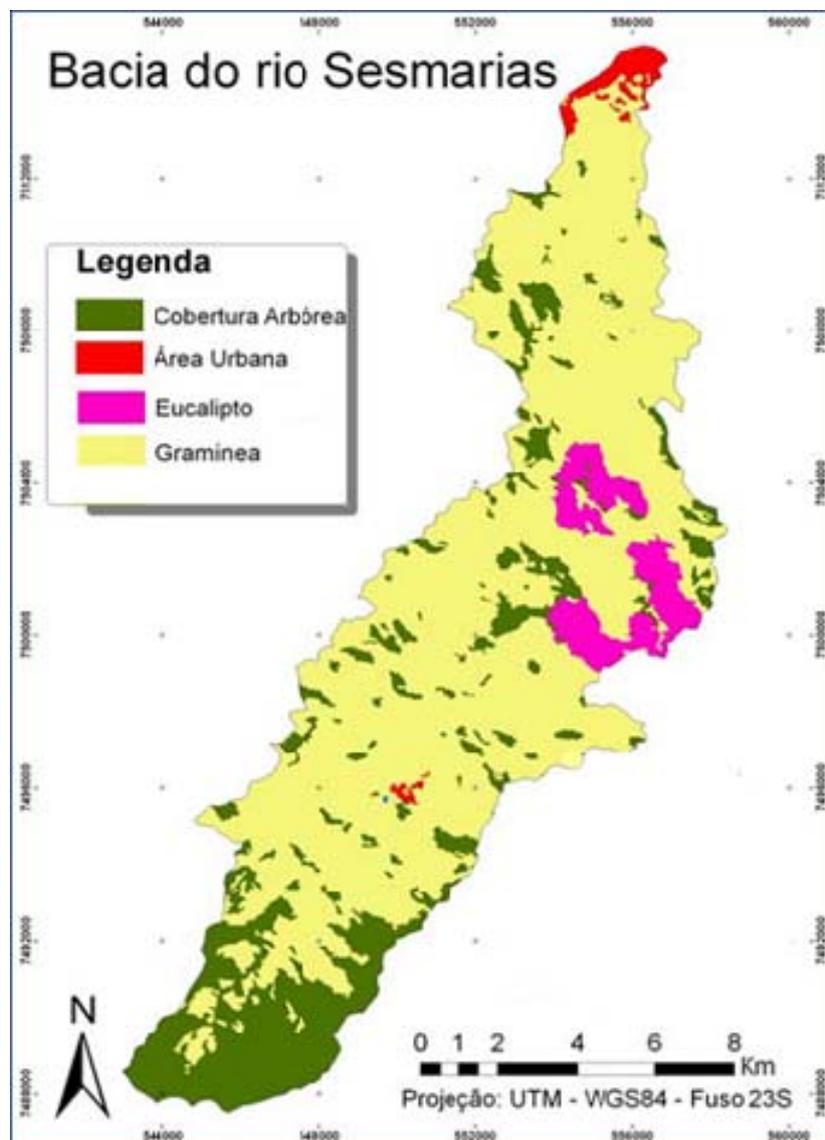


Figura 7: Mapa de uso e cobertura da bacia do rio Sesmaria. Fonte: Sato (2008).

Problemas

Os principais problemas encontrados na bacia são citados a seguir:

- Urbanização em expansão;
- Ocupação irregular e intensa de áreas ribeirinhas (Figura 8);
- Experiência de eventos hidrológicos que prejudicaram a cidade de Resende (risco hidráulico);
- Assoreamento e erosão na calha do rio;
- Ausência de mata ciliar em diversos trechos do rio;
- Descarga de esgoto e resíduos sólidos no rio.



Figura 8: Foz do rio Sesmaria na cidade de Resende, mostrando a ocupação das margens. Fonte: Site do CEIVAP (14/07/11).

Durante os últimos anos, o município de Resende vem sendo afetado pelas enchentes do rio Sesmaria. Nos eventos de 2010, bairros inteiros ficaram debaixo d'água, deixando moradores ilhados, abalando estruturas de prédios, casas e pontes. A situação se agravou devido à existência de rede unitária de esgoto na região, uma vez que, com os níveis d'água altos, o esgoto não consegue escoar, tornando as enchentes um problema grave de saúde pública. As Figuras 9 a 12 mostram imagens das enxurradas que atingiram Resende no ano de 2010.



Figura 9: Rua José Geraldo Coutinho no bairro Parque Ipiranga, durante a enchente do rio Sesmaria na data: 16/03/10. Fonte: site do jornal Beira Rio.



Figura 10: Foto da enchente do rio Sesmaria na data: 16/03/10, Fonte: blog “Projeto Rio Sesmaria”.



Figura 11: Foto da enchente do rio Sesmaria, data: 16/03/10, Fonte: *website* “DE OLHO NO TEMPO” (18/03/10).



Figura 12: Destruição causada pela força da água na enchente do dia 16/03/2010. Fonte: *website* do Jornal Beira Rio.

Antecedentes do Projeto

Um projeto acadêmico já foi desenvolvido para a área de estudo. A seguir, um breve resumo:

1- **REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL PARCIAL X BARRAGEM DE CONTROLE DE CHEIAS: Medidas de mitigação para as enchentes no perímetro urbano da cidade de Resende – RJ – Projeto de Graduação (Ribeiro e Nick, 2011)**

- Este projeto tratou do problema das enchentes, que está diretamente relacionado ao uso do solo e ao planejamento urbano. As soluções de engenharia mais comuns se traduzem em obras que, na maioria das vezes, resolvem o problema para um curto prazo, sem levar em consideração os aspectos relacionados à sustentabilidade e os problemas que estas mesmas soluções podem gerar em longo prazo.
- O objetivo principal deste projeto foi fazer uma análise comparativa entre duas medidas de mitigação para as enchentes na cidade de Resende, no Rio de Janeiro: uma barragem de controle de cheias e algumas técnicas básicas necessárias à requalificação fluvial. Neste caso, estas técnicas se referem à definição e reserva de uma faixa de proteção marginal ao rio, recuperando sua vegetação e garantindo um espaço mínimo para este. Esta análise foi feita para dois tempos de recorrência, com o intuito de verificar a eficiência destas medidas nas condições de projeto, e para uma situação mais crítica.
- A bacia foi modelada com o suporte de um modelo matemático, baseado no conceito de células de escoamento, o MODCEL; a divisão em células é apresentada na Figura 13. O mapa de inundação da situação atual com uma chuva de projeto de 25 anos de tempo de recorrência é apresentado na Figura 14.

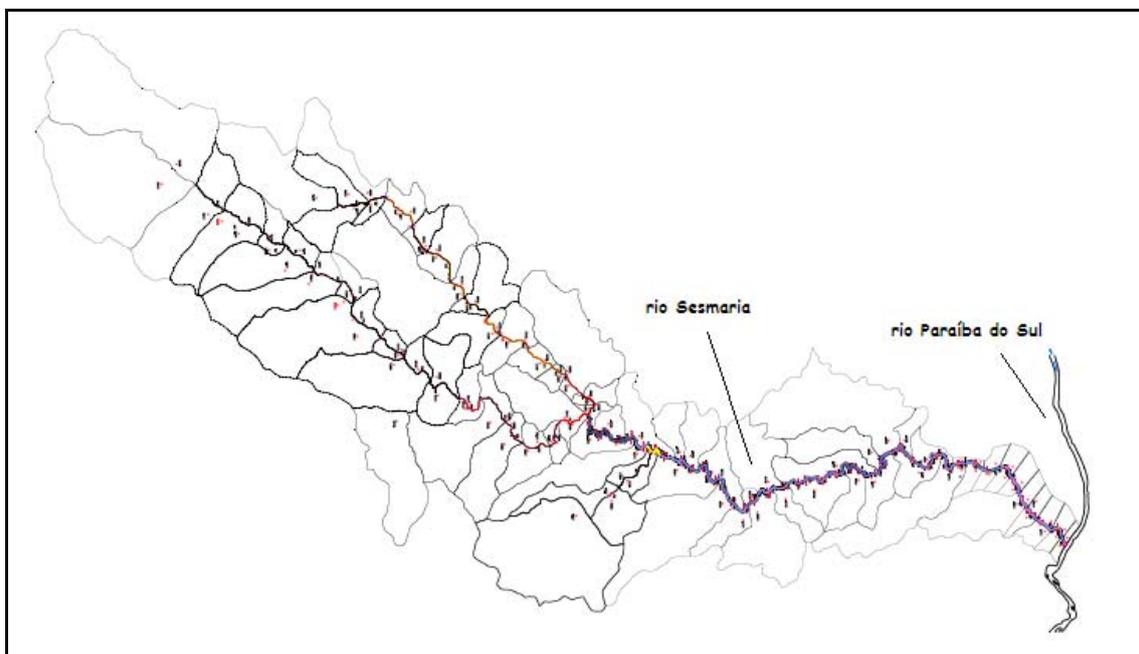


Figura 13: Bacia do rio Sesmaria dividida em células de escoamento.

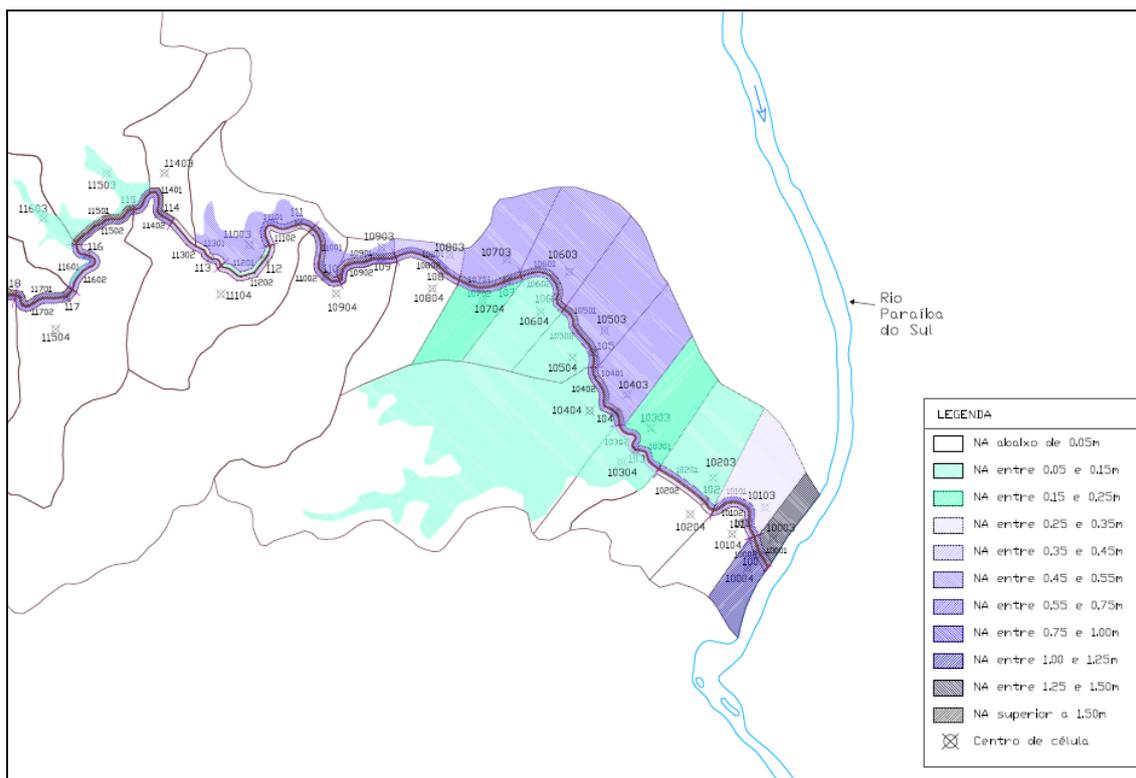


Figura 14: Mapa de inundação para a bacia do rio Sesmaria para um tempo de recorrência de 25 anos – Situação Atual.

- 2 cenários foram simulados para 2 tempos de recorrência, 25 e 100 anos:
 - a) O primeiro cenário considerou uma barragem para controle de inundação.
 - b) O segundo cenário considerou algumas técnicas de requalificação fluvial, como a remoção de construções existentes ao longo do rio, considerando 30m em cada margem e o reflorestamento de topo de morro.

Destaca-se que o TR de 25 anos refere-se à definição do risco de referência para o projeto, enquanto o TR de 100 anos tem por objetivo verificar como se comportam as duas alternativas de projeto em situações mais extremas.

Os mapas de inundação correspondentes a cada cenário simulado, para cada tempo de recorrência, são apresentados nas Figuras 15, 16, 17 e 18.

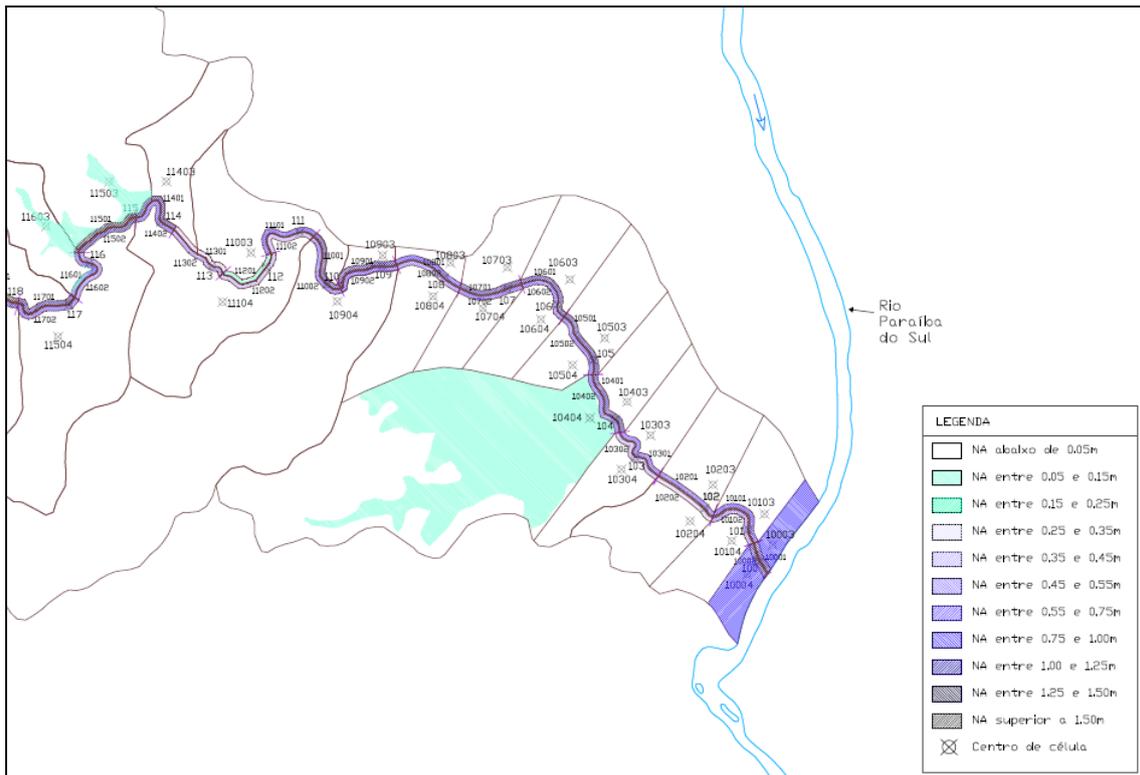


Figura 15: Mapa de inundação para um tempo de recorrência de 25 anos - Barragem de controle de inundação.

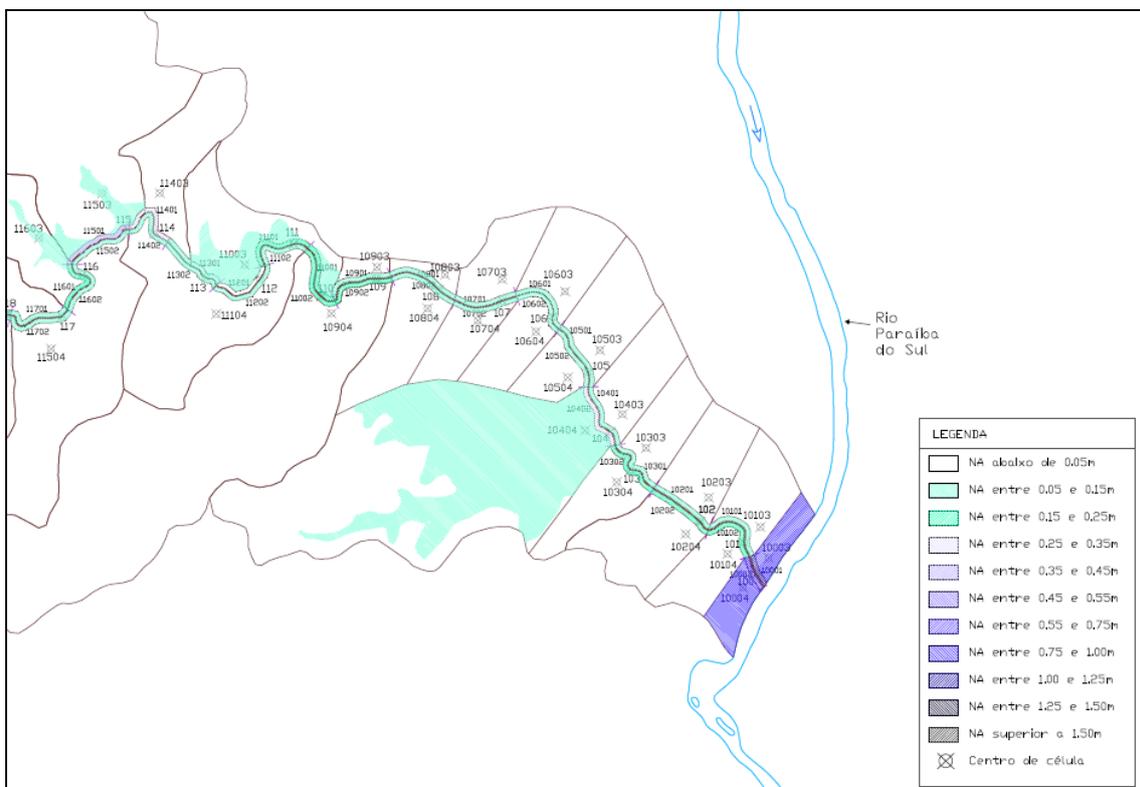


Figura 16: Mapa de inundação para um tempo de recorrência de 100 anos - Barragem para controle de inundação.

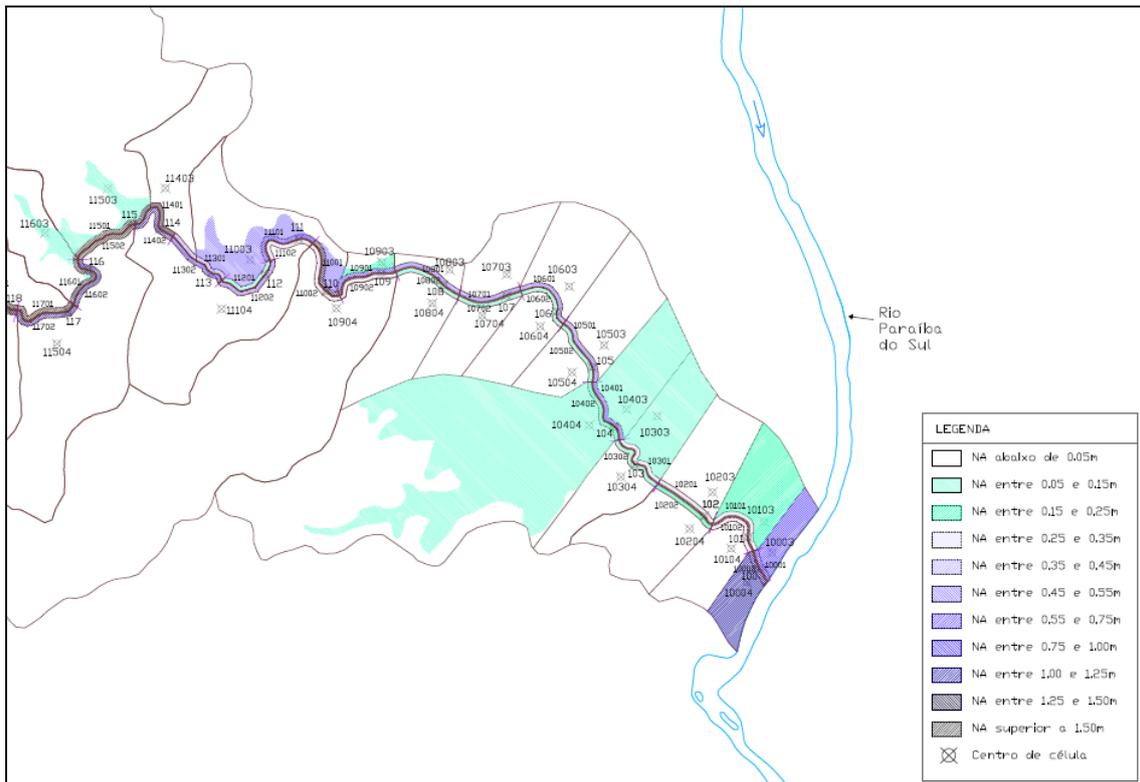


Figura 17: Mapa de inundação para um tempo de recorrência de 25 anos - Requalificação fluvial parcial.

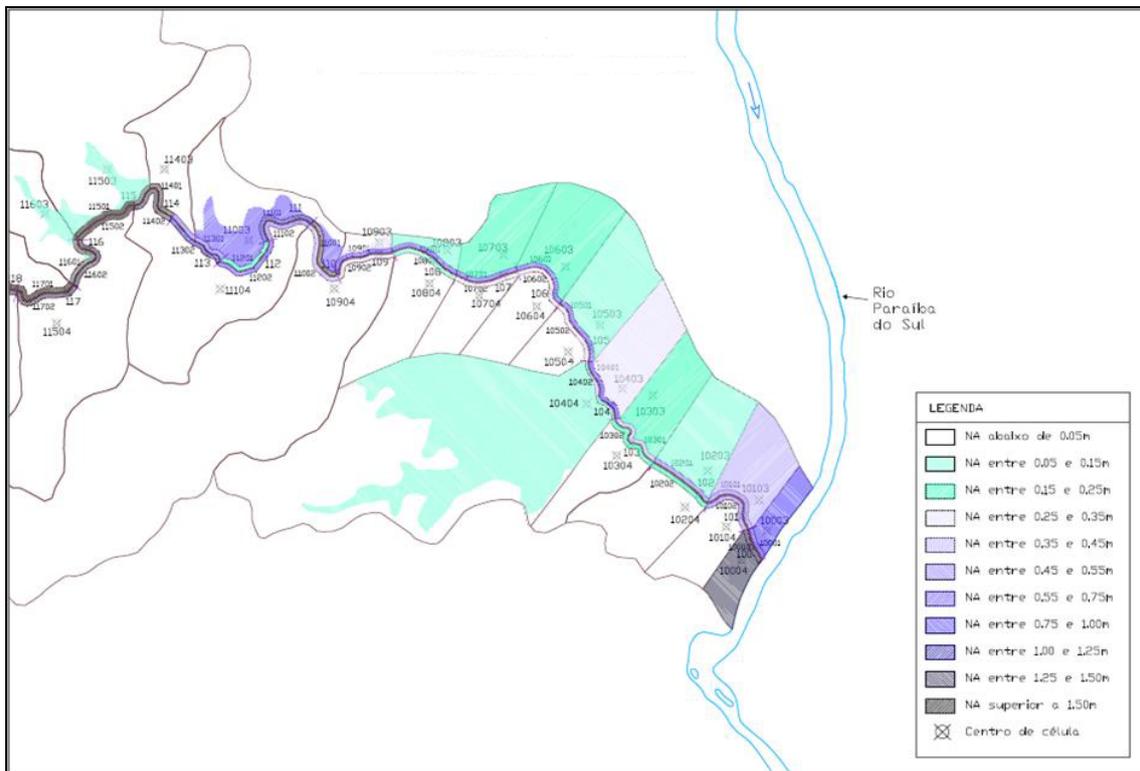


Figura 18: Mapa de inundação para um tempo de recorrência de 100 anos - Requalificação fluvial parcial.

Projeto de Estudo em Andamento

1- *Requalificação fluvial como instrumento de minimização do risco de inundações na bacia do rio Sesmaria – Médio Vale do rio Paraíba do Sul – Dissertação de Mestrado (Jacob, 2010-2012).*

- O objetivo geral desta dissertação é a proposição de intervenções no âmbito da requalificação fluvial para redução do risco hidráulico no município de Resende, avançando sobre os estudos preliminares já realizados;
- O estudo será baseado na avaliação morfológica a partir do Método VALURI e avaliação das proposições será realizada com o uso do modelo hidrodinâmico MODCEL.

Motivação para o estudo de caso proposto

1. A degradação de rios no Brasil é um grande problema, usualmente estando associado a modificações do uso do solo da bacia e a obras de canalização do leito. A remoção da vegetação e ocupação de zonas ribeirinhas costuma potencializar problemas de inundações, de erosão e de sedimentação. A bacia do rio Sesmaria traz uma configuração interessante sob o ponto de vista de estudo, pela combinação de áreas verdes no trecho mais de montante da bacia, áreas rurais, com predominância de pastagens na maior parte da bacia, e a presença da cidade de Resende, junto a sua foz no rio Paraíba do Sul. A cidade de Resende sofre com inundações e uma das propostas que vêm sendo consideradas, como possível mitigação desta situação, refere-se à construção de uma barragem de laminação de cheias. Alternativamente, e como principal motivação deste estudo, pretende-se desenvolver uma proposta de atuação no corredor fluvial da área rural, utilizando técnicas de requalificação fluvial, para minimizar cheias e evitar a barragem.
2. Uma motivação adicional relacionada com este estudo pretende criar uma oportunidade de olhar para ações mitigadoras de cheias em uma bacia, de forma integrada com a possibilidade de requalificação fluvial, pelo menos em parte, destacando a possibilidade de definição e recuperação de uma faixa marginal de proteção do rio, com recomposição da vegetação nativa e capaz de armazenar parte das águas das cheias. Portanto, os resultados obtidos com este estudo, com o auxílio de modelos conceituais e matemáticos, permitirão a construção de diferentes cenários, que pretendem gerar conhecimento e exemplos a serem utilizados em futuros projetos, ampliando os horizontes neste sentido.

Objetivos do projeto proposto

Geral

Contribuir para a disseminação dos conceitos de requalificação fluvial no Brasil e para a consolidação de ferramentas úteis para uma melhor gestão de rios e territórios, a partir do estudo, diagnóstico e concepção de alternativas de requalificação fluvial, para a bacia do rio Sesmaria, em uma visão prospectiva de integração de ações em áreas rurais e urbanas.

Específicos

- Realizar diagnóstico evolutivo de ocupação e degradação da bacia do rio Sesmaria;
- Avaliar situação atual em termos de inundação, para caracterizar o risco hidráulico;
- Discutir alternativas de ação no escopo da requalificação fluvial;
- Criar cenários de comparação, por meio de ferramentas de modelagem;
- Contribuir para a informação e conscientização de atores relevantes.

Atividades

- 1- Análise dos dados existentes e estratégias para a modelagem hidrodinâmica;**
- 2- Coleta de informações históricas sobre enchentes e dados adicionais da bacia;**
- 3- Diagnóstico:**
 - a. Hidrologia
 - b. Caracterização geomorfológica
 - c. Risco hidromorfológico
 - d. Uso do solo e atividades sócio económicas
 - e. Qualitativo dos problemas da bacia
- 4- A análise espacial e temporal das chuvas;**
- 5- Aplicação de MODCEL para caracterizar o escoamento e avaliação das inundações na bacia;**
- 6- Avaliação da proposta de construção de uma barragem para controle de cheias na bacia;**
- 7- Proposta de intervenções de requalificação;**
- 8- Aplicação do método VALURI para prever os ajustes morfológicos esperados a partir da situação atual;**
- 9- Previsão do comportamento morfológico do rio com as medidas propostas;**
- 10- Aplicação de MODCEL, considerando a situação modificada, como as intervenções propostas;**
- 11- Comparação das soluções: barragem x requalificação fluvial**
- 12- Propostas adicionais para as áreas urbanas da cidade de Resende;**
- 13- Análise dos resultados;**
- 14- Divulgação:** elaboração de material de divulgação (relatório, apresentação em PowerPoint, cartazes, folhetos, vídeos, CD,...) e artigos científicos para difundir os conceitos desenvolvidos a nível nacional e de América Latina, e, aproveitando a Rede SERELAREFA, encontros, *workshops*, participação em conferências.

Produtos Esperados

1. Relatório técnico (Português e Inglês) com: i) diagnóstico de situação atual das cheias na bacia do rio Sesmaria; ii) avaliação do comportamento morfológico do rio, iii) modelagem matemática hidrodinâmica, através do MODCEL; iv) avaliação do funcionamento de uma barragem proposta a montante de Resende, para controle de cheias; v) proposta de soluções alternativas, considerando uma abordagem mais sustentável, introduzindo medidas de requalificação fluvial e controle de uso do solo; vi) análise comparativa de alternativas.
2. Projetos finais de graduação do curso de Engenharia Civil, dissertações de mestrado e trabalhos acadêmicos.
3. Uma maior experiência no uso do software MODCEL e com a metodologia VALURI, além de um maior conhecimento sobre o tema; aumento na conscientização sobre as ferramentas e abordagens inovadoras, reforço das ligações entre os parceiros do projeto; novas perspectivas para desenvolvimentos futuros.

Parceiros

1. UFRJ
2. INEA
3. CIRF (Itália)
4. UPM (Espanha)

Equipe de Trabalho

Competências necessárias:

1. Engenharia hidráulica fluvial (modelagem matemática);
2. Hidrologia
3. Práticas de requalificação de rios;
4. Drenagem urbana e controle de inundações;
5. Processos participativos e gestão de conflitos.

Estrutura da equipe de trabalho

1. Gerente de projeto
2. Especialistas na área;
3. Alunos de pós-graduação;
4. Alunos da graduação;
5. Logística.

Custos e financiamento

Este projeto é concebido principalmente como um exercício acadêmico, de acordo com a concepção do SERELAREFA. A maioria dos custos é implicitamente assumida pela UFRJ, como uma contribuição para o espírito de cooperação. Devido a isso, e considerando que nenhum apoio financeiro externo é esperado a partir de outras fontes, a força de trabalho principal neste

documento será de alunos de graduação e pós-graduação, em seus projetos finais e dissertações de mestrado.

As plantas e as bases estão disponíveis e serviços complementares de pesquisa de campo serão fornecidos pela Universidade.