

# Oficina de trabalho

Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos –  
desenvolvimento científico para suporte à tomada  
de decisão.

Apoio:



# Projeto

## Gestão Adaptativa do Risco Climático de Seca como Estratégia de Redução dos Impactos da Mudança Climática (**ADAPTA**)

**Coordenador:** Prof. Francisco de Assis de Souza Filho (UFC)

### Equipe:

Francisco de Assis de Souza Filho (UFC)

Rosa Maria Formiga Johnsson (UERJ)

Alexandra Nauditt (ITT Köln)

Lars Ribbe (ITT Köln)

José Nilson Beserra Campos (UFC)

Ticiano Marinho de C. Studart (UFC)

Francisco Osny Enéas da Silva (UFC)

Samíria Maria Oliveira da Silva (UFC)

Wictor Edney Dajtenko Lemos (UFC)

Sandra Helena Silva de Aquino (UFC)

Luiz Martins de Araújo Júnior (UFC)

Tyhago Aragão Dias (UFC)

Daniel Antônio Camelo Cid (UFC)

Francisco das Chagas Vasconcelos (UFC)

Luciene Pimentel da Silva (UERJ)

Alfredo Akira Ohnuma Jr (UERJ)

Ana Lúcia Britto (UFRJ)

Viviani Japiassu Viana (UERJ)

Natália Barbosa Ribeiro (UERJ)

Renata dos Santos Buriti (ITT Köln)

Martin Obermaier (UFRJ)

Cleiton da Silva Silveira (UNILAB)

Eduardo Sávio Passos (FUNCEME)

Márcio Cataldi (UFF)

João Lúcio Farias (COGERH)

André Luís Marques (AGEVAP)

Juliana Fernandes (AGEVAP)

Rubens Soncol Gondim (EMBRAPA)

Daniel Metzke (ITT Köln)

Juan Ramirez (ITT Köln)

Donald Nelson (Univ. of Arizona)

Upmanu Lall (Columbia University)

# Objeto de Estudo

## Bacias Hidrográficas

- ✓ **Bacia do Rio Paraíba do Sul (MG, SP, RJ)**
  - ✓ Área de 55 mil km<sup>2</sup>, compreendendo 180 municípios
  - ✓ 6 afluentes principais (mais de 270 corpos d'água)
  - ✓ Clima tropical quente e úmido → período muito chuvoso com grandes cheias
  - ✓ Aquíferos em rochas cristalinas e sedimentares
  - ✓ Atingida por seca severa durante o ano de 2014, e que perdurou até 2015
  - ✓ Pioneira em termos de organização institucional descentralizada → excelente para a transferência de experiências de gestão a outras bacias brasileiras
  
- ✓ **Bacia do Rio Jaguaribe (CE)**
  - ✓ Compreende área de 72 mil km<sup>2</sup> (48% do Estado do Ceará)
  - ✓ 16 bacias independentes, distribuídas por 31 municípios
  - ✓ Oferta hídrica → 15 reservatórios, capacidade maior que 10 milhões de m<sup>3</sup>
  - ✓ Variabilidade temporal das precipitações e das vazões anuais
  - ✓ Clima semiárido → elevadas taxas de evaporação dos lagos
  - ✓ Situada em solos rasos, com predominância de rochas cristalinas
  - ✓ Enfrenta secas recorrentes → ideal para a transferência de experiências a outras bacias que lidem com secas

# Objetivos da proposta

## Gerais:

- i) Dimensionar a **vulnerabilidade dos usos e usuários de água** -- atuais e futuros -- perante o risco climático de seca, nas bacias de estudo; e
- ii) Propor estratégias de **gestão adaptativa**, como mecanismo para aumentar sua resiliência no contexto de intensificação das variabilidades e mudanças do clima.

## ❖ **Bacias em estudo são altamente estratégicas**

- ✓ Mananciais de abastecimento de regiões metropolitanas de grande porte
- ✓ Possuem instituições e experiências de gestão das águas consideradas como avançadas no contexto nacional
- ✓ Possuem complexidade física, política e institucional, oferecendo ambiente excelente para aprendizagem, inovação, desenvolvimento científico e tecnológico

**Projeto ADAPTA** servirá como um norteador na adaptação às mudanças climáticas e no aprimoramento da gestão de recursos hídricos em outras bacias e regiões do Brasil.

# Objetivos da proposta

## Específicos:

- ✓ **OB1:** Elaborar procedimento de gestão de dados e oferta de produtos de informação para as regiões do projeto
  - ✓ **M1.1.** Definir modelo de gestão de dados e da base de dados;
  - ✓ **M1.2.** Estruturar Base de Dados Cartográfica e Informações da Geografia Física e Humana das Bacias em SIG e Banco de dados
  - ✓ **M1.3.** Estruturar Base de Dados sobre os usos atuais das águas
  - ✓ **M1.4.** Estruturar Base de dados Hidrometeorológica
  
- ✓ **OB2:** Analisar a variabilidade do clima e caracterizar secas do passado, presente e futuro
  - ✓ **M2.1.** Análise dos modos de variação do clima atual
  - ✓ **M2.2.** Analisar o modo de variação de baixa frequência para ambas as bacias
  - ✓ **M2.3.** Aplicar modelo hidrológico precipitação-vazão
  - ✓ **M2.4.** Analisar desempenho dos modelos CMIP5 na representação do clima do Séc. XX
  - ✓ **M2.5.** Analisar os cenários de mudança climática do CMIP5 para o Século XXI
  - ✓ **M2.6.** Analisar o impacto das mudanças climáticas no regime de vazões (acoplamento dos modelos climático-hidrológicos)

# Objetivos da proposta

## Específicos:

- ✓ **OB3:** Avaliar a governança da água e estruturas institucionais → Aprimoramento para lidar com impactos das mudanças climáticas
  - ✓ **M3.1.** Elaborar diagnóstico político-institucional do sistema de RH nas bacias → Participação pública, Instrumentos de gestão, Gestão de secas
  - ✓ **M3.2.** Definir diretrizes gerais e instrumentos para a Gestão Adaptativa dos Recursos Hídricos
  
- ✓ **OB4:** Propor bases conceituais e estrutura metodológica para o desenvolvimento de planos de segurança hídrica nas bacias de estudo → Construção de políticas de gestão adaptativa de médio e longo prazos
  - ✓ **M4.1.** Definir bases conceituais e metodologia do Plano de Segurança Hídrica
  - ✓ **M4.2.** Elaborar Projeção de Demandas Futuras incorporando efeitos da Mudança
  - ✓ **M4.3.** Analisar a Segurança Hídrica dos sistemas considerando clima atual e futuro
  - ✓ **M4.4.** Analisar alternativas de Gestão da Oferta (novos mananciais, operação do sistema)
  - ✓ **M4.5.** Analisar alternativas de Gestão da Demanda e proteção dos mananciais (conservação de água, outorga, cobrança)

# Objetivos da proposta

## Específicos:

- ✓ **OB5:** Construir mecanismos de gerenciamento de risco climático na alocação de água
  - ✓ **M5.1.** Diagnosticar o sistema de alocação de água de longo prazo (outorga) e curto prazo (alocação negociada ou critérios de racionamento), incluindo aspectos políticos, institucionais e instrumentos de gestão
  - ✓ **M5.2.** Elaborar estratégia de alocação aderente à gestão adaptativa, considerando mecanismos de comando e controle e de incentivo econômico (cobrança e seguro)
  
- ✓ **OB6:** Desenvolver um plano operacional de seca como instrumento de adaptação aos extremos climáticos de seca
  - ✓ **M6.1.** Elaborar metodologia de Planejamento de Secas para Bacias Hidrográficas
  - ✓ **M6.2.** Elaborar metodologia de sistema de alerta precoce (monitoramento e previsão climática sazonal) para as bacias
  - ✓ **M6.3.** Definir Critérios de Alocação de Água em anos secos para ser incorporado no plano de secas
  - ✓ **M6.4.** Aplicar Metodologia de Planejamento de secas em área-piloto nas bacias

# Metodologia

- ❑ Para alcançar os objetivos propostos, a metodologia foi dividida em sete etapas:
  - (i) Gestão de dados e oferta de produtos de informação;
  - (ii) Análise da Variabilidade do Clima e Caracterização de Secas (Clima presente e Clima futuro);
  - (iii) Balanço Hídrico e Modelagem Hidrológica;
  - (iv) Alocação de Água (mecanismos e modelagem);
  - (v) Plano Segurança Hídrica (PSH);
  - (vi) Planejamento de Secas; e
  - (vii) Gestão Adaptativa dos Recursos Hídricos (GARH).



# Resultados esperados

- i. Estabelecimento de um núcleo integrado de métodos, instrumentos e instituições de gestão de secas, articulado com os instrumentos de gestão de recursos hídricos
- ii. Desenvolvimento de metodologia de construção de Plano de Segurança Hídrica (PSH)
  - ✓ Redução da vulnerabilidade estrutural das bacias perante o risco de secas
  - ✓ Redução das vulnerabilidades quantitativas do fornecimento de água para os múltiplos usos, reduzindo riscos a um patamar menor que máximos toleráveis
  - ✓ Prover ambiente de decisão para gerenciar conflitos e promover uso eficiente e equitativo dos recursos hídricos
- iii. Gestão Adaptativa dos Recursos Hídricos (GARH)
  - ✓ Estratégia para aumentar a resiliência dos sistemas de RH às mudanças do clima, focando no extremo hidrológico das secas
- iv. Proposição das diretrizes gerais da Estratégia da Governança Adaptativa em Bacias Hidrográficas (EGABH), com base em:
  - ✓ Alocação de água
  - ✓ Plano de Segurança Hídrica
  - ✓ Plano de Secas

# Resultados esperados

- v. Definição de um Plano de Gestão de Secas, a fim de reduzir seus impactos, fundamentado em três pilares:
  - ✓ Monitoramento e previsão precoce das secas;
  - ✓ Análise de vulnerabilidade dos hidrossistemas às secas
  - ✓ Plano de ações.
  
- vi. Definição de Estratégias de Alocação de água nas bacias de estudo
  
- vii. Desenvolvimento de metodologia de planejamento de secas nas bacias hidrográficas, além de sua articulação com a alocação e o PSH
  
- viii. Aumentar a resiliência das bacias no contexto de intensificação das variabilidades e mudanças do clima.

# Impactos da pesquisa para o avanço da ciência e da sociedade

- ✓ Desenvolvimento e/ou aprimoramento de estratégias e metodologias que subsidiem a elaboração e implementação de políticas públicas para a adaptação e resposta da sociedade às mudanças climáticas;
- ✓ Aprimoramento de modelos de governança da água para lidar com as mudanças do clima;
- ✓ Tornar mais fácil a adaptação da sociedade às mudanças do clima futuro;
- ✓ Bacias em estudo oferecem ambiente excelente para aprendizagem, inovação, desenvolvimento científico e tecnológico;
- ✓ Produção de conhecimentos e compartilhamento de experiências relacionados à gestão do risco de secas com gestores de outras bacias com características similares àquelas ora em estudo;
- ✓ Desenvolvimento de modelo de Plano de Segurança Hídrica para hidrossistemas (natureza-sociedade); e
- ✓ Redução do risco na alocação de água na ocorrência do extremo hidrológico de secas.

# Impactos da pesquisa para gestão e planejamento de recursos hídricos

- ✓ Maior integração das instituições envolvidas com a gestão das águas no Brasil;
- ✓ Identificação de oportunidades de aprimoramento tecnológico e político-institucional dos sistemas de alocação da água;
- ✓ Proposição de modelo conceitual e matemático que possibilite redução do risco na alocação;
- ✓ Desenvolvimento de plano operacional de secas para centros urbanos;
- ✓ Desenvolvimento de um modelo de monitoramento e alerta precoce de seca utilizando previsão climática sazonal;
- ✓ Proposição de novas técnicas de desenvolvimento de modelagem multimodelos (climáticos e hidrológicos); e
- ✓ Desenvolvimento de um sistema de recursos hídricos com maior resiliência e capacidade de adaptação.

# Cronograma de atividades

- Vigência: 05/12/2015 - 31/12/2017

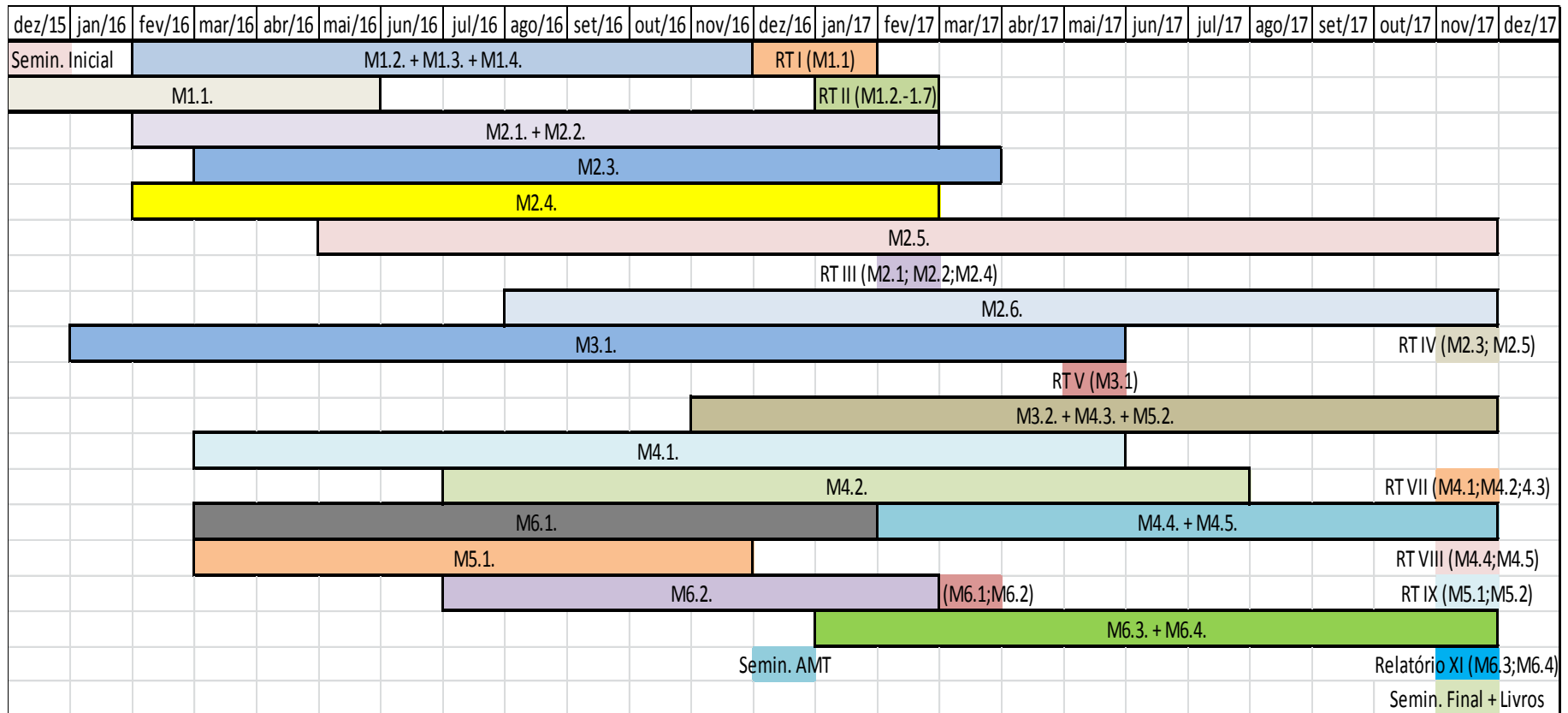
ID	Meta/Atividade	Mês Inicial	Mês Final
1	Seminário Inicial	1	1
2	M1.1. Definir do modelo de gestão de dados e da base de dados;	1	6
3	Relatório Técnico I (Meta 1.1)	13	14
4	M1.2. Estruturar a Base de Dados Cartográfica e Informações da Geografia Física e Humana da Bacia (ex. relevo, uso da terra, demografia, socioeconomia) em SIG e Banco de Dados	3	12
5	M1.3. Estruturação da Base de Dados sobre usos da água atual	3	12
6	M1.4. Estruturar a Base de dados Hidrometeorológica (ex. precipitação, vazão, temperatura)	3	12
7	Relatório Técnico II (Meta 1.2 a 1.7)	13	13
8	M2.1. Análise dos modos de variação (sazonal, interanual e multidecadal) do clima atual através da análise de séries temporais (precipitação, vazão, temperatura e evaporação) de postos pluviométricos e fluviométricos, assim como, estações meteorológicas	3	15
9	M2.2. Analisar o modo de variação de baixa frequência através das séries observacionais e dos modelos paleoclimáticos para as bacias do Jaguaribe-Metropolitana	3	15
10	M2.3. Aplicar modelo hidrológico precipitação-vazão	4	16
11	M2.4. Analisar o desempenho dos modelos do CMIP5 na representação do clima do Século XX	3	15
12	M2.5. Analisar os cenários projetados para o século XXI dos modelos de mudança climática do CMIP5 (análise da precipitação, temperatura)	6	24
14	M2.6. Analisar o impacto das mudanças climáticas no regime de vazões nas bacias de interesse através do acoplamento dos modelos climáticos-hidrológicos	9	24
15	Relatório Técnico IV (M2.3; M2.5)	24	24
16	M3.1. Elaborar diagnóstico político-institucional do sistema de recursos hídricos em cada uma das bacias (participação pública, instrumentos de gestão, gestão de secas)	2	18
17	Relatório V (M3.1)	18	18
18	M3.2. Definir diretrizes gerais e instrumentos para a Gestão Adaptativa dos Recursos Hídricos	12	24
19	Relatório V (M3.2)	24	24

ID	Meta/Atividade	Mês Inicial	Mês Final
20	M4.1. Definir bases conceituais e metodologia do Plano de Segurança Hídrica e critérios de desempenho do sistema	4	18
21	M4.2. Elaborar Projeção de Demandas Futuras incorporando os efeitos da Mudança Climática	8	20
22	M4.3. Analisar a Segurança Hídrica dos sistemas considerando o clima atual e futuro	12	24
23	Relatório VII (M4.1; M4.2; 4.3)	24	24
24	M4.4. Analisar alternativas de Gestão da Oferta (novos mananciais e operação do sistema)	15	24
25	M4.5. Analisar alternativas de Gestão da Demanda e proteção de mananciais (conservação de água, out orga, cobrança)	15	24
26	Relatório VIII (M4.4; M4.5)	24	24
27	M5.1. Diagnosticar do sistema de alocação de água de longo prazo (out orga) e curto prazo (alocação negociada ou critérios de racionamento) incluindo aspectos políticos, institucionais e instrumentos de gestão	4	12
28	M5.2. Elaborar estratégia de alocação aderente a gestão adaptativa considerando mecanismos de comando e controle e incentivo econômico (cobrança e seguro)	12	24
29	Relatório IX (M5.1; M5.2)	24	24
30	M6.1. Elaborar metodologia de Planejamento de Secas para Bacias Hidrográficas	4	14
31	M6.2. Elaborar metodologia de sistema de alerta precoce (monitoramento e previsão climática sazonal) para as bacias	8	15
32	Relatório X (M6.1; M6.2)	16	16
33	M6.3. Definir Critérios de Alocação de Água em anos secos para ser incorporado no plano de secas	14	24
34	M6.4. Aplicar Metodologia de Planejamento de secas em piloto nas bacias	14	24
35	Relatório XI (M6.3; M6.4)	24	24
36	Seminário de Avaliação de Meio Termo	13	13
37	Seminário Final	24	24
38	Publicação do Livro com os Resultados Finais	24	24

# Cronograma de atividades

## Projeto ADAPTA

- Vigência: **05/12/2015 a 31/12/2017**



# Projeto ADAPTA

**Gestão Adaptativa do Risco Climático de Seca como Estratégia de Redução dos Impactos da Mudança Climática.**

## **CONTATO**

[assissouzafilho@gmail.com](mailto:assissouzafilho@gmail.com)

## **Oficina de trabalho**

**Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos – desenvolvimento científico para suporte à tomada de decisão.**

Apoio:

