



# **ESTRATÉGIA DE SEGURANÇA HÍDRICA EM MINAS GERAIS**

Dr. Carlos E M Tucci

Rhama Consultoria Ambiental

[www.rhama.com.br](http://www.rhama.com.br)

Apresentação para o Forum Mineiro de Comitês de Bacia  
Belo Horizonte - 13 de setembro de 2016

# Conteúdo

- **Conceitos de segurança hídrica** – definições, cenários, estrutura, vulnerabilidades, medidas e gestão.
- **Risco e incerteza das séries hidrológicas** – tendências no Brasil e das bacias de Minas Gerais, eventos extremos
- **Diagnóstico**: estrutura, vulnerabilidades, inundações, disponibilidade hídrica, qualidade da água e aspectos institucionais
- **Estratégia**: estrutura, restruturação, medidas de apoio, programas e Plano de Ação

# Conceito de Segurança Hídrica

- O termo segurança hídrica (“water security”) pode levar a diferentes interpretações.
- Gestores de Recursos Hídricos, engenheiros e pesquisadores utilizam este termo com diferentes escopos.
- Cook e Bakker (2012) pesquisaram o uso deste termo na literatura internacional a partir 1990 (literatura em inglês).
- Os autores encontraram este termo a associado a vários enfoques relacionados ao seguinte: Política de recursos hídricos, Agricultura, Uso humano (consumo e saúde pública), Uso industrial, Energia, Transporte, Meio ambiente e Desastres naturais.

# Definição Usada

- A abrangência deste estudo de “segurança hídrica” está relacionada com eventos críticos, tendo como base a lei de recursos hídricos;
- considera que a gestão dos **eventos hidrológicos críticos naturais e antrópicos representa o objetivo da segurança hídrica**

*A segurança hídrica de um setor, projeto, cidade ou região envolve a preparação de: medidas preventivas para reduzir a vulnerabilidade e aumentar a resiliência, plano de emergência quando o evento ocorrer e plano de recuperação de danos, devido a condições climáticas críticas, que limitem a disponibilidade hídrica e as inundações, com riscos para: a população, meios econômicos e meio ambiente.*

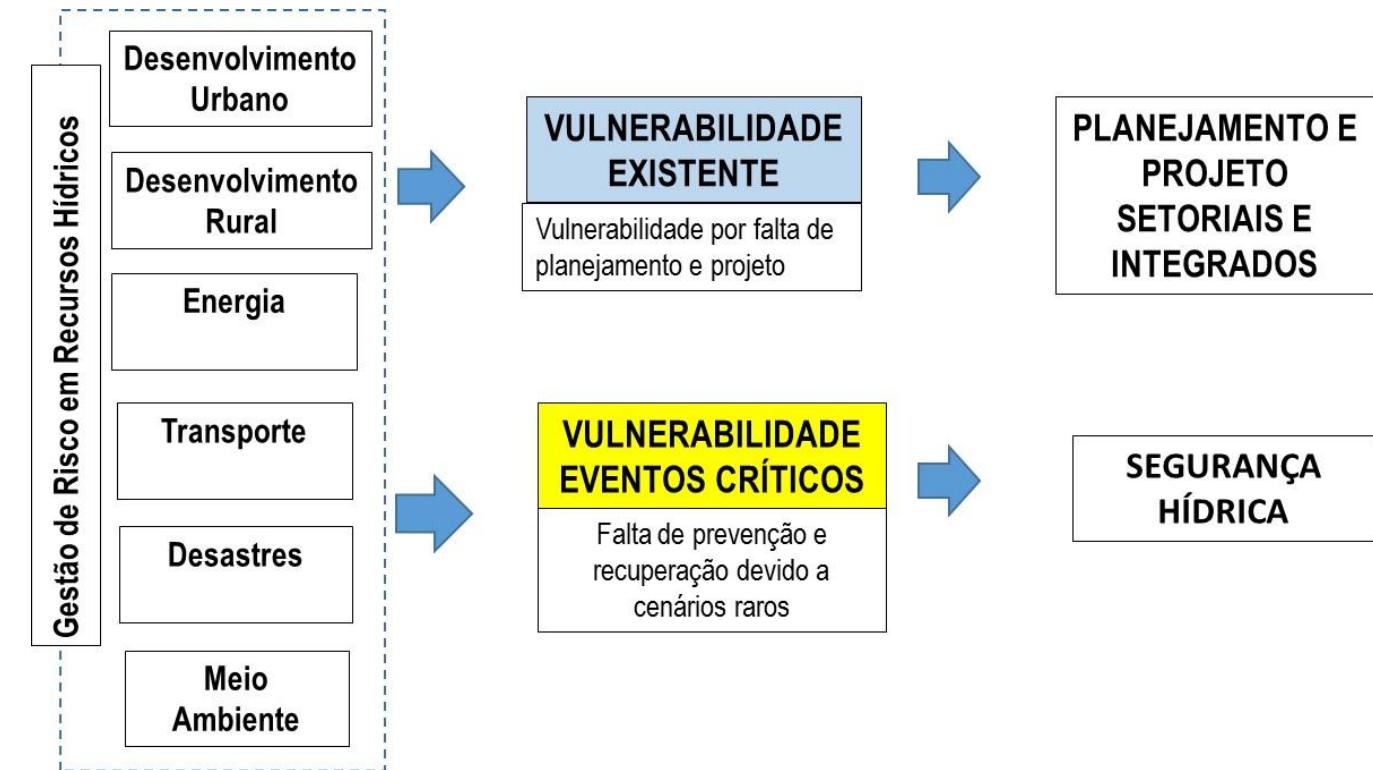
# Cenários

- **O cenário de projeto**, onde é desenvolvido o controle de eventos críticos com um nível de risco de atendimento. Por exemplo, um vertedor ou um dique de proteção contra inundação para um risco de 100 anos. O projeto assumiu um risco de 1% de ocorrer uma vazão superior à de projeto num ano qualquer; e
- **Cenário de emergência**. Neste caso, o projeto deve estabelecer quais são as medidas preventivas e emergenciais para uma determinada área, quando o risco ocorrer. No exemplo anterior, quando ocorrer uma vazão superior à de projeto, quais são as medidas de “segurança hídrica”, que devem ser previstas?

# Estrutura da gestão da Segurança Hídrica

**Vulnerabilidade existente:** vulnerabilidades existentes com relação a planos, programas e projetos setoriais ou integrados;

**Vulnerabilidades a eventos Críticos:** são ações relacionados a prevenção e a emergência a eventos críticos relacionados com a disponibilidade hídrica para uso humano, as inundações e condições críticas ambientais.



# Vulnerabilidades

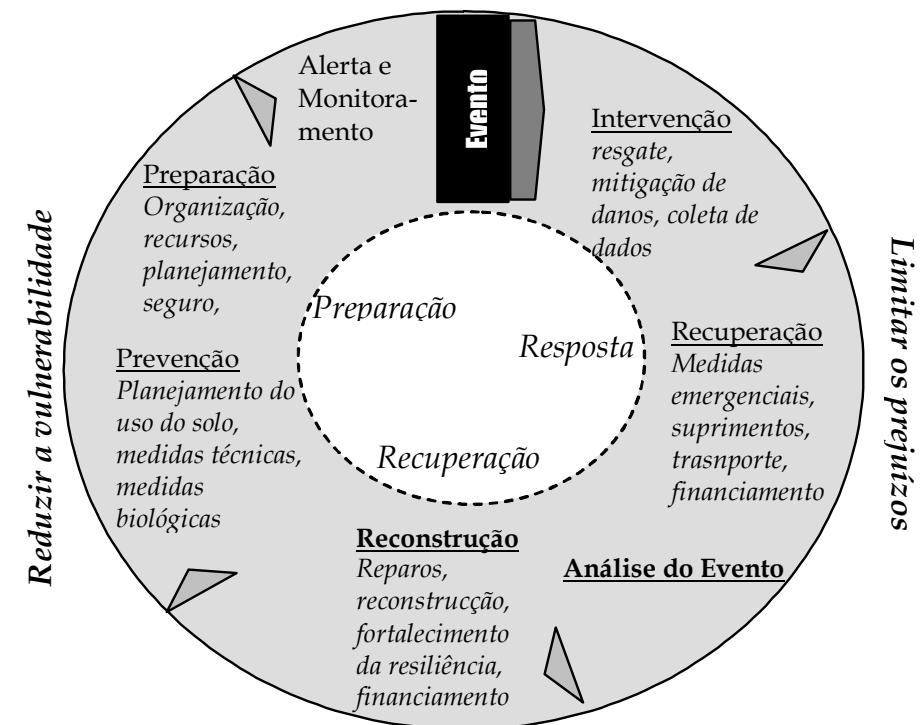
- **Vulnerabilidade Econômica, Social ou Ambiental**- Uma sociedade ou ambiente é vulnerável quando a população possui poucos meios econômicos e está em condições sociais que não permite se recuperar aos eventos críticos. As perdas nos países menos desenvolvidas representaram 13,4% do PIB e nos países desenvolvidos 4%.
- **Pressões do desenvolvimento econômico sobre o meio ambiente**- Este é o cenário onde a água e meio ambiente estão sujeitos a impactos devido ao desenvolvimento da sociedade. Estes processos são mais graves em países pobres e em desenvolvimento onde a prioridade da sociedade é de melhoria das condições econômicas com baixo controle de seus impactos sobre o meio ambiente;
- **Incertezas associadas as séries hidrológicas devido a efeitos naturais e antrópicos**: variabilidade e mudança climática, alterações do uso do solo, obras hidráulicas, entre outros

# Medidas

- Estruturais e não-estruturais
- As medidas estruturais são medidas que alteram o sistema natural para proteção e adaptação da população e o ambiente às condições críticas
- Exemplo Diques, reservatórios, canais, etc
- Estas medidas envolvem custos altos com interferências e impactos sobre o sistema natural que devem ser mitigados.
- As medidas não – estruturais envolvem a convivência com os impactos e o aumento da resiliência aos eventos para reduzir a vulnerabilidade às inundações;
- Exemplo: previsão e alerta, zoneamento de inundaçao, seguro e outras medidas de adaptação local.

# Gestão dos eventos críticos

- **A prevenção:** são ações que são realizadas antes do evento para reduzir a vulnerabilidade
- **A Preparação:** envolve a preparação de um plano de emergência para reduzir os prejuízos;
- **Previsão:** operação de um sistema de monitoramento e alerta dos eventos;
- **A Intervenção ou emergência:** são ações que são tomadas durante o evento de risco para reduzir seu impacto;
- **Recuperação:** medidas emergenciais, suprimento, transporte e financiamento de emergência;
- **Análise do Evento:** Revisão do ocorrido, ações tomadas, vantagens e limitações.
- **Reconstrução:** ações de recuperação permanente visando reduzir a vulnerabilidade



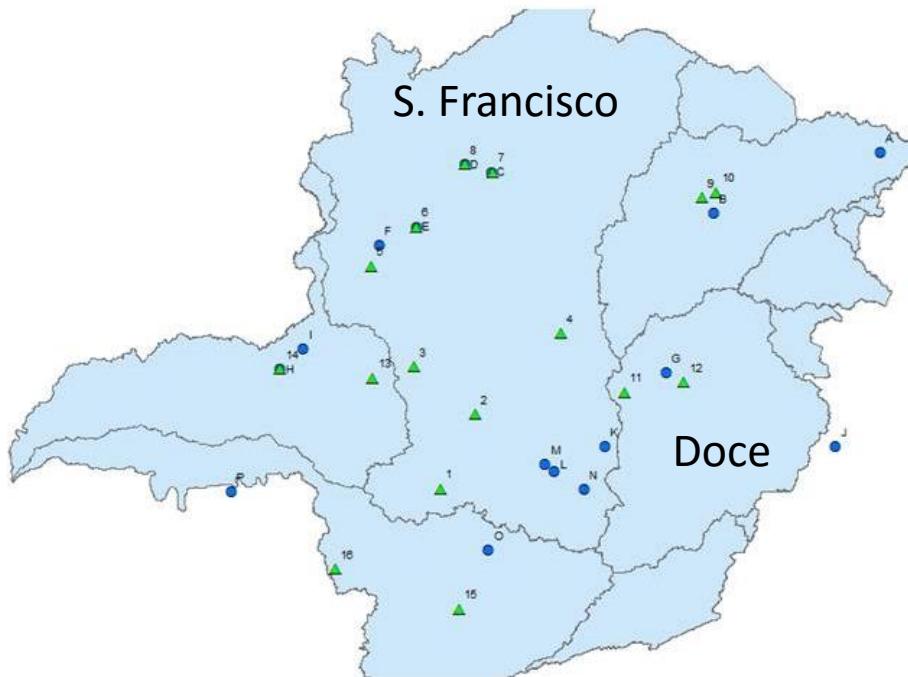
# Risco e Incerteza das séries Hidrológicas

- As séries hidrológicas são as informações básicas para avaliação dos eventos críticos;
- As principais incertezas destas séries são devido a:
  1. Variabilidade e mudança climática
  2. Alterações do uso do solo
  3. Alterações devido a obras hidráulicas
- As séries hidrológicas possuem um período de poucos anos e não representam necessariamente a população de ocorrência para o futuro (vida útil dos projetos);
- A incerteza das séries introduz alterações dos risco previstos
- Exemplo da seca de 2014 – 2015 em São Paulo.

# Tendência de variabilidade no Brasil

- No Brasil a maioria das regiões tem o ciclo hidrológico anual de outubro a maio, com variantes dentro deste quanto ao período mais chuvoso, enquanto que no Sul, principalmente Santa Catarina e Rio Grande do Sul a sazonalidade é pequena devido a transição climática.
- Norte, Nordeste e Centro Oeste existe um período prolongado de médias móveis de vazões anuais abaixo da média, se comparado com o período anterior, principalmente a década de 80, que foi chuvosa. A seca do S. Francisco é de um período desde de 1991 abaixo da média.
- No Sul e Sudeste do Brasil observa-se no período recente um aumento de vazão depois de 1970-1975 até cerca de 2005, com cerca de 30 a 35 anos. Este aumento proporcionou aumento significativo na geração de energia e da disponibilidade hídrica de forma geral e aumento de inundações.

# Minas Gerais - Macrobacias

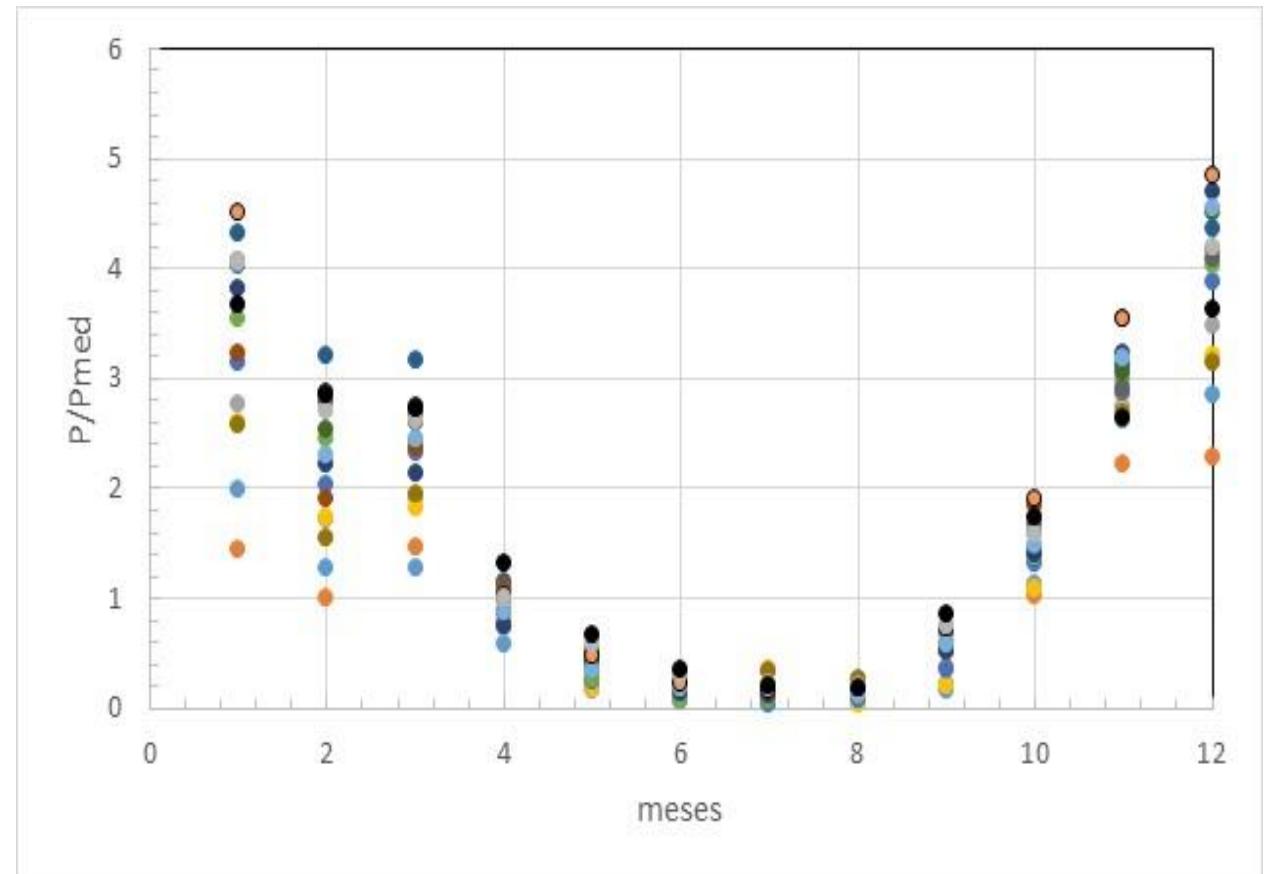


Macrobacias do Brasil	Código <sup>1</sup>	Subbacias principais
São Francisco	40, 41, 42, 43, 44 e 45	Alto São Francisco, rio das Velhas, Paracatu, Urucuia, Verde Grande e Carinhanha.
Atlântico – Leste	53, 54 e 55	Jequitinhonha e Mucuri
Atlântico – Sudeste	56, 57 e 58	Doce e Paraíba do Sul
Paraná	60, 61 e 62	Paranaíba e Rio Grande

Postos selecionados para avaliação

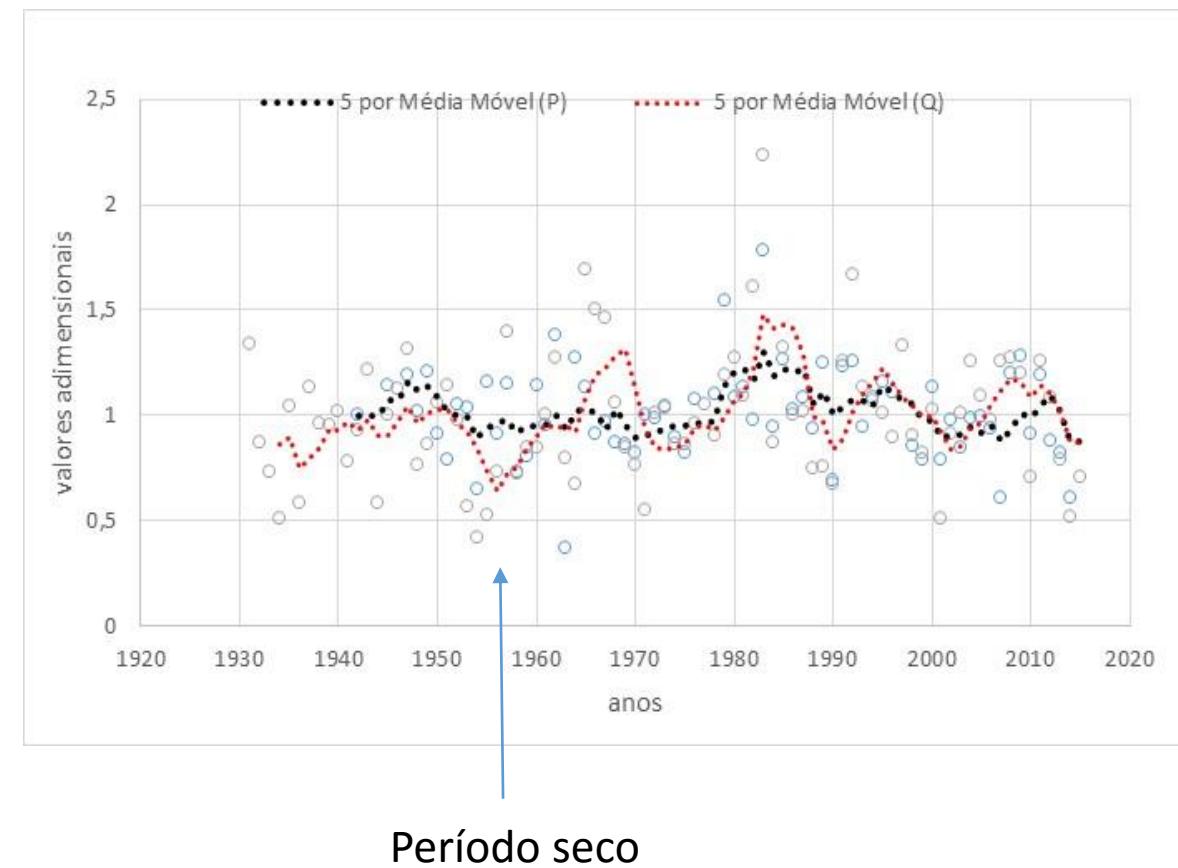
# Variabilidade Sazonal

- Usando todos os postos de chuva e adimensionalizando pela média
- Verifica-se que a sazonalidade é igual em todas as regiões
- Chuvoso de outubro a abril e seco de maio a setembro.



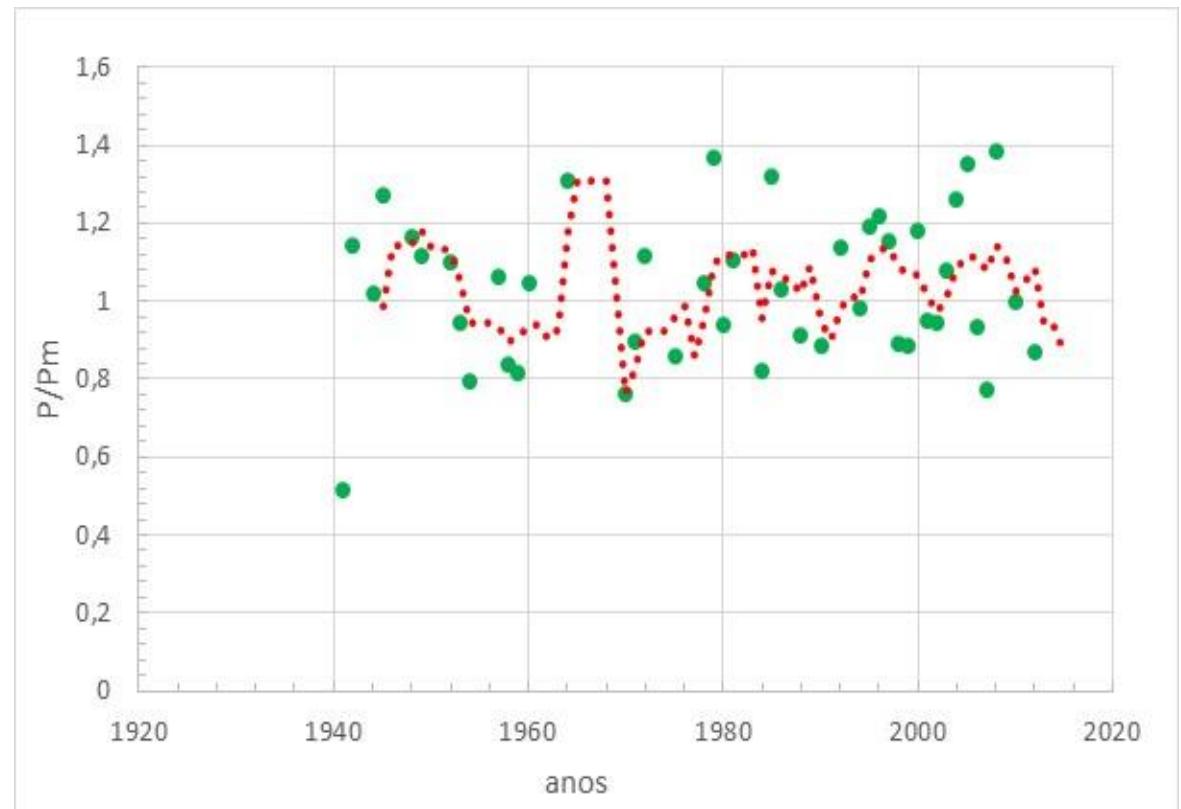
# Variabilidade interanual Alto S. Francisco

- O pior ano foi em 1956 com vazão média 43% da média.
- O ano de 2014 teve falha de dados e é provável que tenha sido pior que o de 1956.
- A pior sequência de anos secos também foi de 1952 a 1960, onde apenas um ano teve vazão superior à média.
- Observa-se que depois de 1960 não ocorreu uma sequência longa de anos com vazões abaixo da média
- Provavelmente 2013-2015 tenha estas condições críticas.



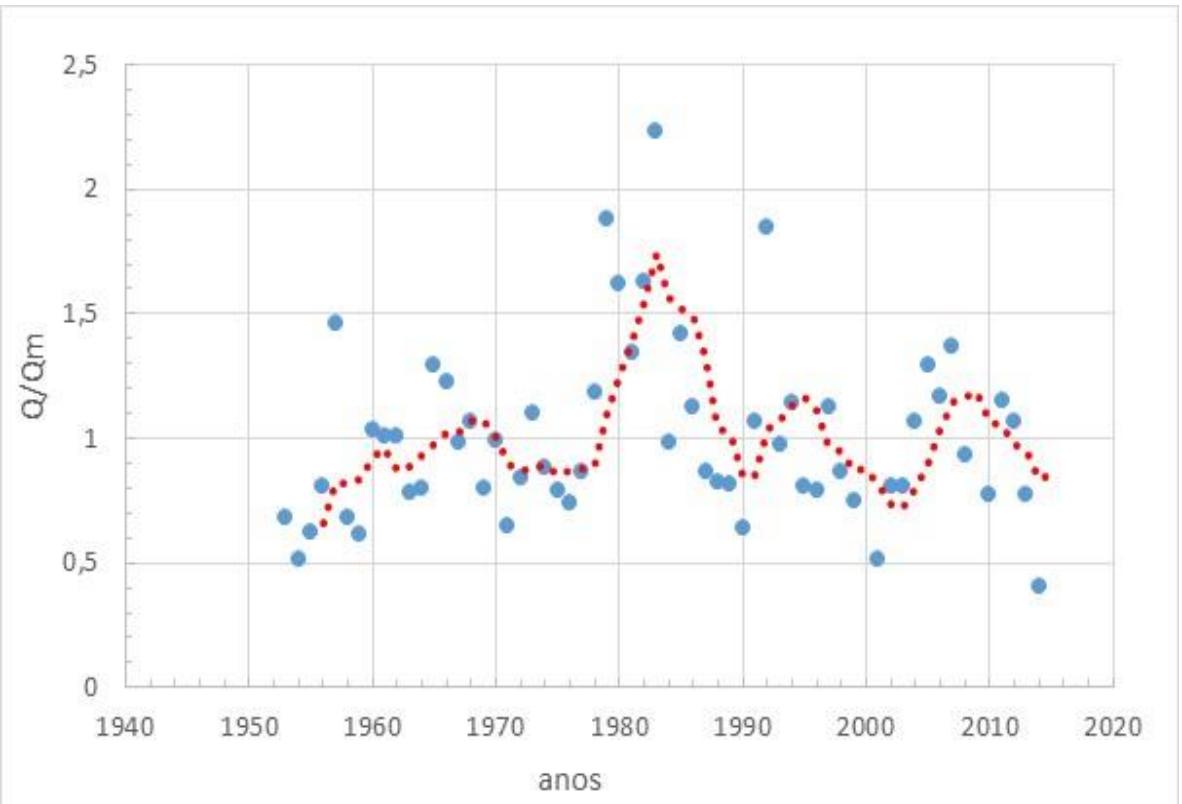
# S. Francisco – Rio das Velhas

- Os dados de vazão não permitiram uma análise adequada;
- A série de precipitações mostra que houveram dois períodos secos intercalado por um período chuvoso entre 1950 e 1978.
- A seca de 2014 foi importante, mas os dados não permitiram uma análise adequada.



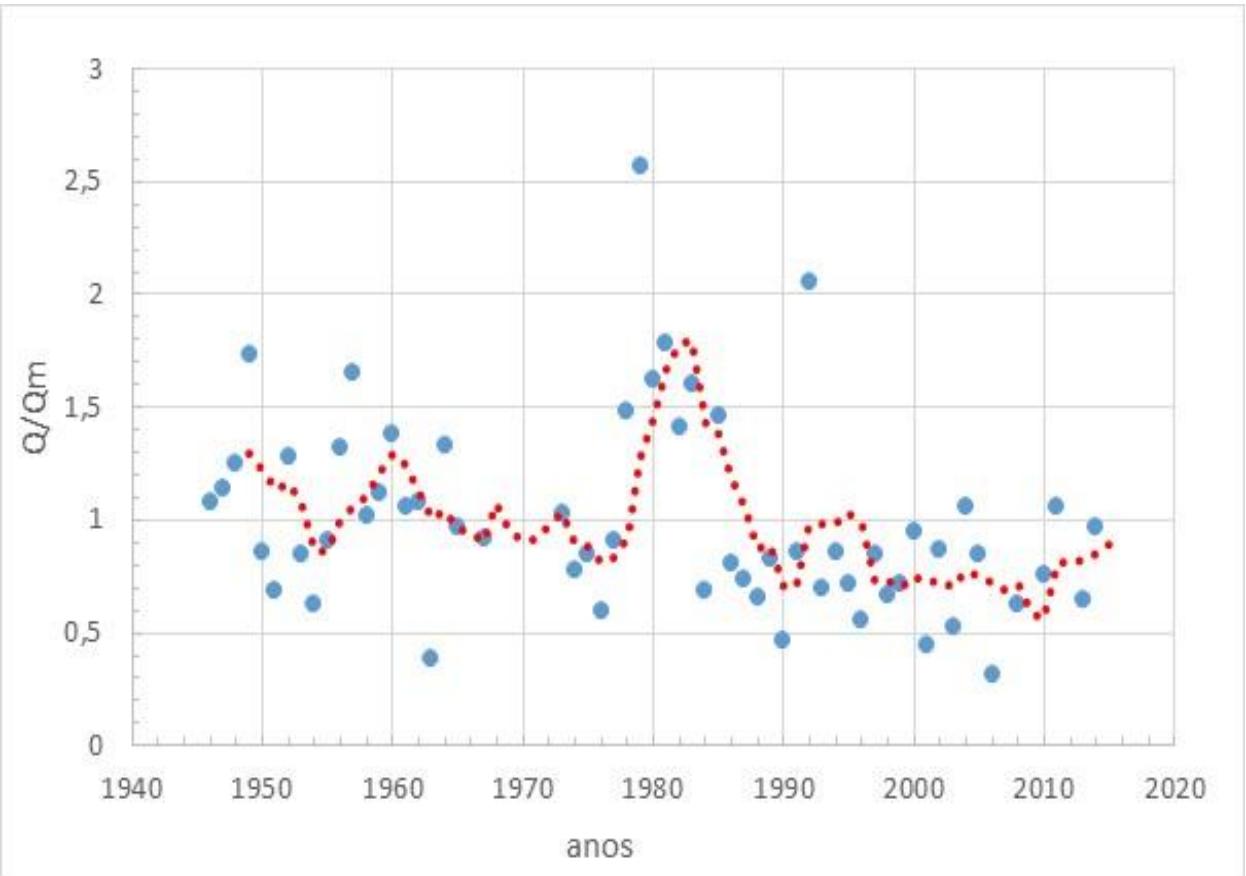
# S. Francisco - Paracatu

- As vazões até o final da década de 70 são abaixo da média, oscilando entre 0,6 e 0,8 da média de longo período.
- O período da década de 80 é mais úmido e na década de 90 retorna a um período seco, com valores baixos, chegando ao ano mais crítico que foi 2001, 50% da média.
- O ano de 2014 não foi tão crítico quanto 2001. Depois de 2001, observa-se um período mais chuvoso, retornando a períodos mais secos depois de 2010.
- Esta bacia parece ter uma sequência de anos úmidos e secos com 8 a 10 anos de intervalo



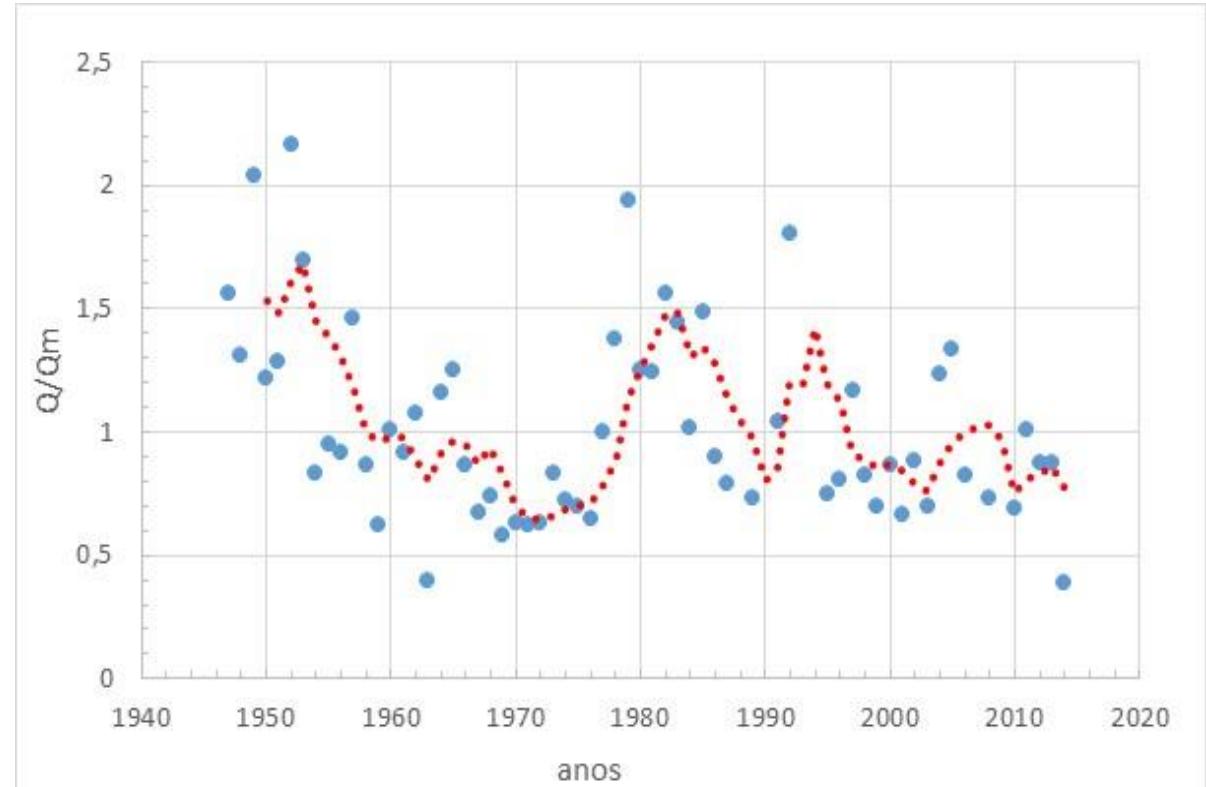
# Jequitinhonha

- Os resultados mostram que o período crítico de seca não ocorreu na década de 50, mas vem ocorrendo depois de 1987.
- São apresentados os valores de vazão, onde se observa a tendência, apesar de intercalado por alguns anos chuvosos. Este processo tem sido observado nas bacias do Nordeste, do qual o Jequitinhonha guarda semelhança climática.



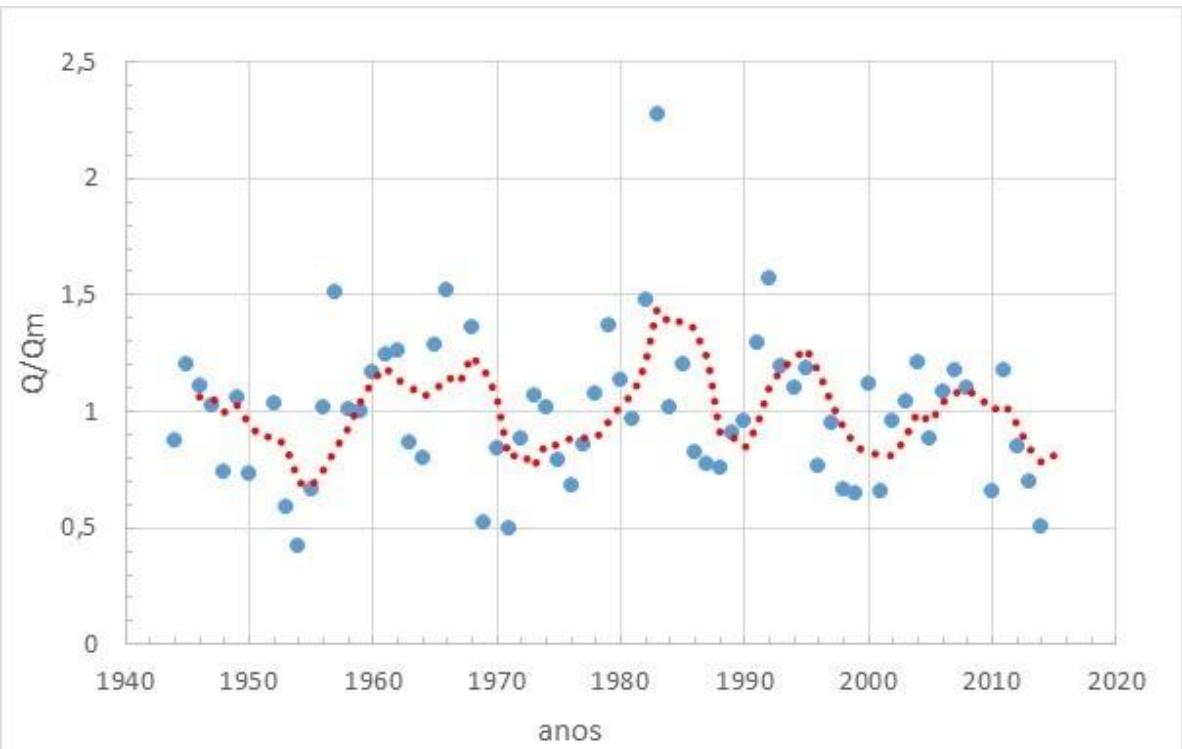
# Doce

- ocorreram dois períodos secos bem definidos: de 1961 a 1978 (nenhum valor acima da média) e de 1996 a 2014 (dois valores acima da média).
- nos anos 1962 e 2014 as vazões médias anuais ficaram 50% da média.
- A média móvel depois de 1996 está abaixo da média de longo período



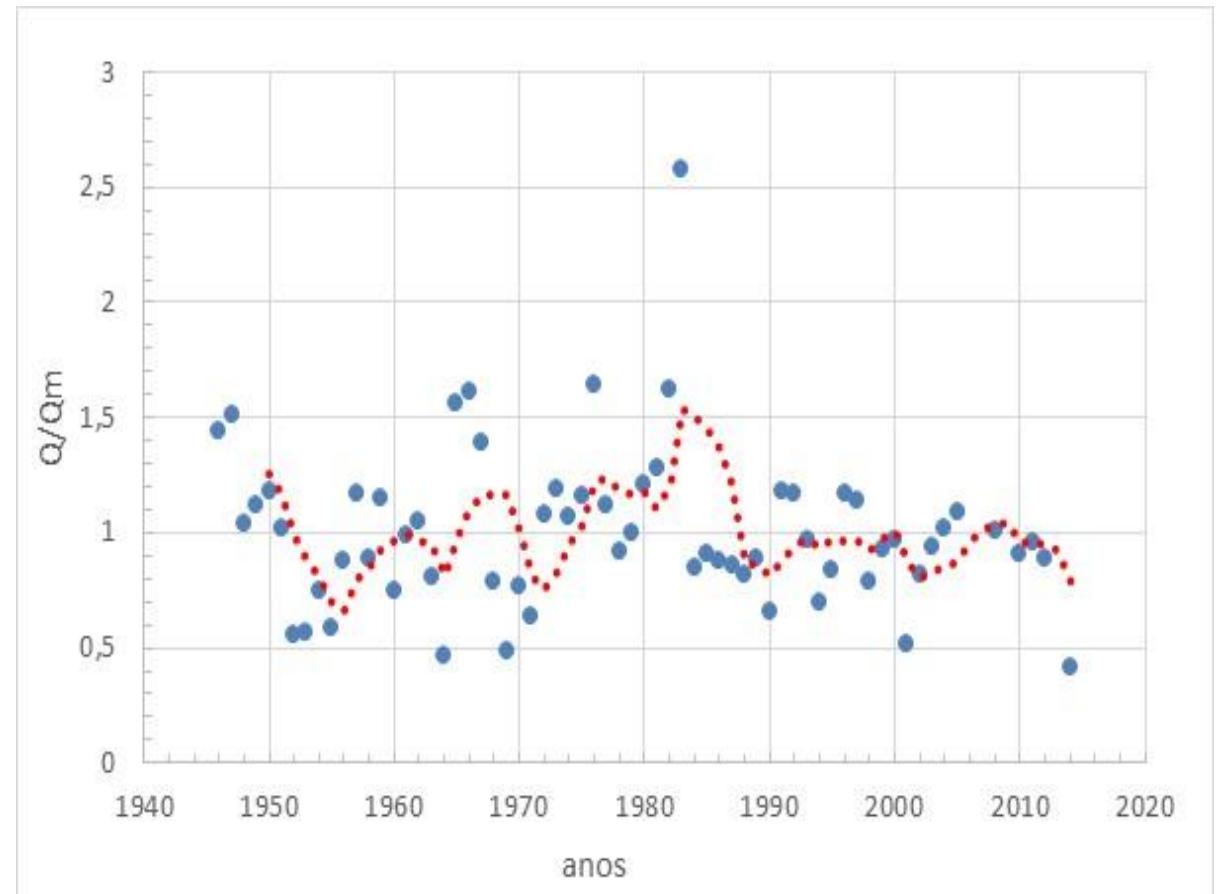
# Paranaíba

- períodos secos: 1952 a 1956; 1971 – 1980; 1994 a 2003 e 2010 a 2014.
- O menor valor anual, inferior a 50% da media ocorreu em 1953, mas em 1969, 1971 e 2015 o valor chegou a 50% da média.
- Comportamento típico da bacia do rio Paraná onde o período crítico foi de 1949 a 1956.



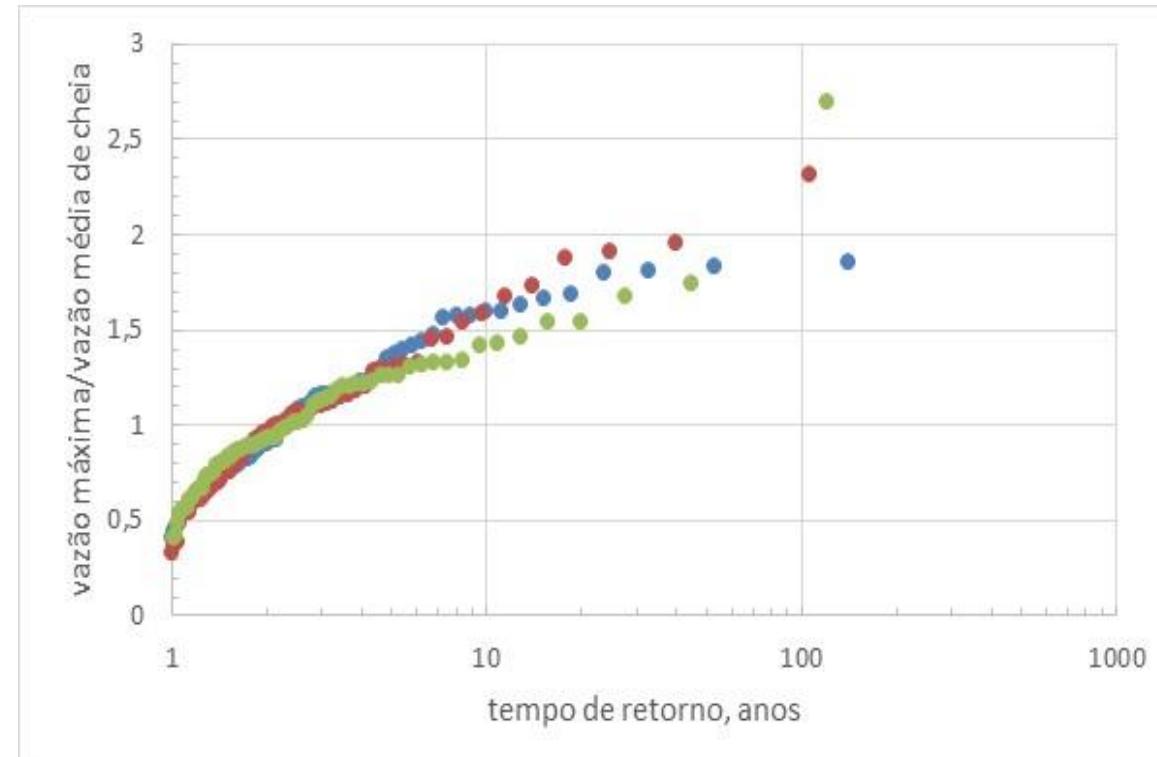
# Rio Grande

- Observa-se a seca de 1952 a 1956, com valores próximos de 50% da média.
- Depois observa-se que a média móvel de cinco anos fica abaixo da média desde 1989, mostrando uma tendência de vazões flutuando próximo da média, mas com valores inferiores.
- O valor de 2014 se mostra como um ano crítico com o menor valor adimensional da série e inferior a 50% da média.



# Eventos Máximos

- Foram encontrados apenas três postos com série longa de vazões máximas anuais.
- vazões anuais adimensionais dos três postos, mostrando que mesmo em bacias diferentes existem semelhanças de tendência até 10 anos de tempo de retorno.
- A vazão média de cheia representa o leito menor do rio e a vazão de 100 anos é a zona de risco;
- O intervalo entre  $Q_{mc}$  e  $Q_{100}$  representa a área de risco de inundação.
- Observa-se que a relação entre  $Q_{100}/Q_{mc}$  varia 2,22 a 2,51;
- A vazão de 10 anos de tempo de recorrência (10% de chance num ano qualquer) é da ordem de 1,5  $Q_{mc}$



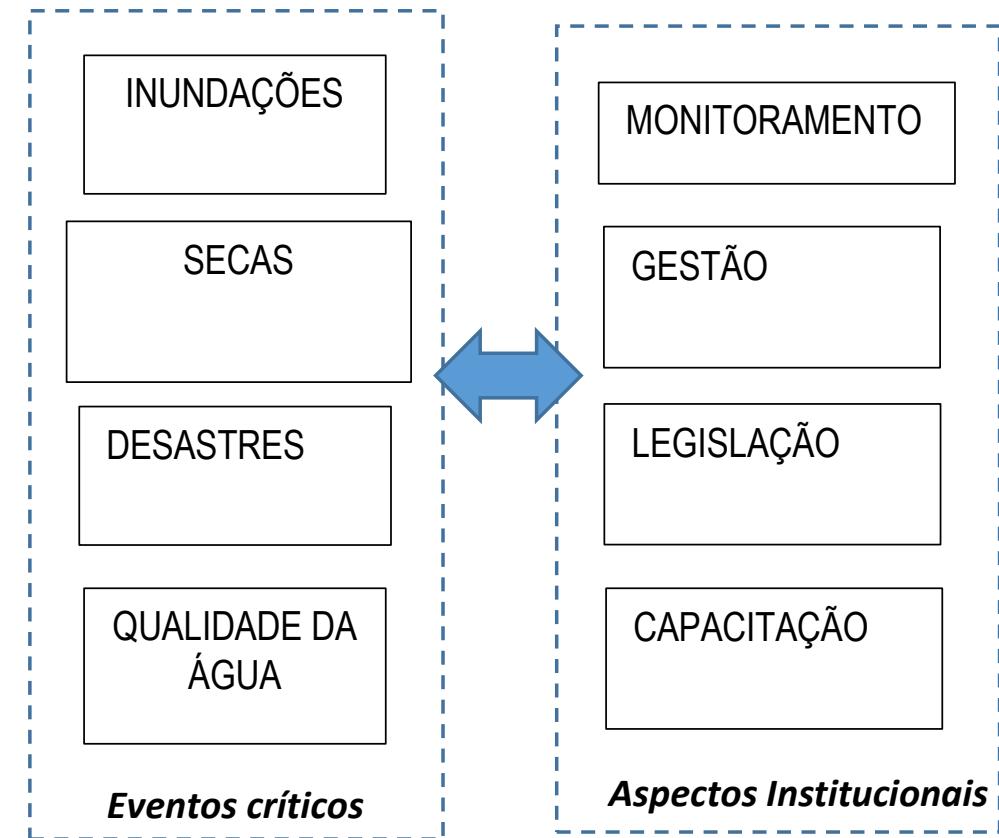
# Diagnóstico

O diagnóstico é limitado e não extensivo, mas muito mais global.

- Estrutura
- Vulnerabilidades
- Inundações
- Disponibilidade hídrica
- Qualidade da água
- Desastres
- Aspectos Institucionais

# Estrutura

- A estrutura da gestão de eventos críticos identifica os eventos críticos da gestão de recursos hídricos:
  - *inundações,*
  - *secas (demanda x disponibilidade),*
  - *qualidade da água crítica (potencializada pelos impactos decorrentes dos eventos críticos) e*
  - *desastres relacionados com obras hidráulicas.*
- Estes elementos são desenvolvidos com base em condições institucionais



# Vulnerabilidade da seca

- Eventos críticos de secas
- Na tabela são observados por bacia a probabilidade de vazões mínimas com probabilidade de 1 e 5%
- Os valores são em relação a média de longo período.
- Os valores de 5% estão na faixa de 0,50 a 0,6
- Os valores de 1% estão na faixa de 0,3 a 0,45.
- Estas estimativas permitem avaliar a fragilidade dos sistemas com base na vazão média.

		Mínimos			Máximos	
Região/bacia	Mínimo	1%	5%	Máximo	99%	95%
40 Alto São Francisco	0,396	0,463	0,550	2,003	1,585	1,630
41 Das Velhas e outros	0,402	0,450	0,549	1,983	1,927	1,651
42 Paracatu e outros	0,368	0,405	0,539	1,976	1,877	1,606
43 Verde Grande e Outros	0,429	0,475	0,598	2,006	1,901	1,641
54 Jequitinhonha	0,395	0,428	0,510	2,282	2,127	1,821
56 Doce	0,378	0,406	0,557	1,999	1,942	1,733
60 Paranaíba	0,387	0,449	0,536	1,968	1,725	1,510
61 Grande	0,382	0,434	0,526	2,120	1,813	1,563
Médio	0,353	0,420	0,577	1,704	1,440	2,025

# Vulnerabilidade as cheias

- No caso das inundações, observa-se que o limite da área de inundaçāo é representado pela média das vazões máximas anuais e poucos anos de dados (pelo menos 5 anos) permitem a sua estimativa.
- As cheias importantes são estimadas com base neste valor.
- A vazão de 10 anos corresponde a um valor 50% superior que a vazão média de cheia;
- A vazão de 100 anos, que delimita a área de inundaçāo representa da ordem de 2,2 a 2,5 da vazão média de cheia;

# Vulnerabilidade das áreas urbanas

- As cidades do Estado não possuem definições sobre a ocupação de áreas de risco de inundações ribeirinha;
- com o desenvolvimento urbano a impermeabilização do solo e o uso de condutos e canais ocorre aumento das cheias urbanas. Isto não é controlado no município;
- Projetos inadequados de abastecimento e mesmo a falta de prevenção para eventos críticos;
- Deterioração da qualidade da água resultado da falta de tratamento de efluentes e controle das fontes poluentes difusas. Isto resulta na contaminação dos mananciais e redução da disponibilidade hídrica;
- As regiões com maior concentração de população que estão sujeitas a este conjunto de impactos como a Região Metropolitana de Belo Horizonte

# Vulnerabilidade nas áreas rurais

- *Plantio de sequeiro*: os períodos críticos ocorrem quando ocorrem secas e a disponibilidade não atendem a capacidade de campo dos cultivos e reduz a produção. Para este tipo de problema a previsão climática passa a ser importante para reduzir os prejuízos;
- *Plantio com irrigação*: este tipo de cenário é crítico quando a demanda dos períodos compete com fontes de água limitadas na cabeceira das bacias hidrográficas. Para perímetros com oferta alta de disponibilidade como junto ao rio São Francisco, o risco dos eventos críticos é baixo;
- *Demanda de água para animais*: o risco de atendimento a demanda ocorre de forma distribuída em função da quantidade de animais e da disponibilidade local. O risco é muito variável
- *Conservação do Solo*: Períodos chuvosos podem produzir mais áreas degradadas em função da intensidade de chuva e da sua proteção. Este é um processo distribuído que envolvem as práticas de proteção do solo e recuperação nos períodos de chuvas intensas superiores a capacidade de suporte dos sistemas de plantios;
- *Poluição difusa*: Não existem dados sobre este tipo de poluição e o monitoramento atual não permite avaliar este tipo de poluição sobre os rios. Considerando a importância e o impacto que pode produzir torna-se fundamental o conhecimento deste impacto.

# Inundações

- A atuação sobre as inundações é fragmentada por várias instituições e não se conhece de forma clara os impactos quantitativos das inundações em áreas urbanas e rurais;
- Os instrumentos de planejamento como o Plano de Bacia hidrográfica não abordam a gestão de inundações ribeirinhas nas cidades;
- As cidades não possuem uma gestão de drenagem urbana que possa estabelecer serviços e produtos sustentáveis ao longo do tempo;
- Não existem programas de prevenção, preparação e emergência apropriados para mitigar e adaptar a população aos eventos críticos de inundações no Estado;
- Considerando o prejuízo médio de inundações no Estado da ordem de R\$ 2 bilhões anuais, pode-se planejar um investimento para reduzir estes prejuízos em 80 a 85% ao longo do tempo e reduzindo a vulnerabilidade da população.

# Disponibilidade Hídrica

Os principais riscos quanto a falta de atendimento da demanda de água no Estado são:

- **Poluição das fontes e mananciais de água** junto as cidades por efluentes domésticos e industriais, aumentando o risco sobre a quantidade e qualidade da água- Regiões Metropolitana e outras áreas urbanas. No São Francisco, rio das Velhas (bacia 41) o risco está associado a grande demanda de água e poluição dos mananciais por falta de tratamento de efluentes
- **Falta de atendimento às condições de projeto** atualmente existente e potenciais conflitos pelo uso da água nas bacias-Existe um número importante de cidades com vulnerabilidade a disponibilidade hídrica em nível de projeto que necessitam um planejamento de atendimento dentro de um horizonte adequado de planejamento;
- **-Risco de variabilidade e mudança climática (secas)** Cerca de 168 municípios estão incluídos na área de seca da SUDENE, correspondente aos municípios do vale do Jequitinhonha e Mucuri, além do São Francisco (bacia 43).Estas regiões aparecem com as menores vazões específicas médias e mínimas.
- Não existe uma Política de gestão de secas ou eventos críticos de estiagem, com visão preventiva destes eventos e medidas emergenciais para reduzir estes riscos;
- Nas medidas de emergências de desastres de rompimento de barragem deve estar previsto um programa alternativo de atendimento da demanda para as cidades que podem ser afetadas.

# Qualidade da água

- Na gestão da qualidade da água é necessário melhorar a integração do controle das fontes de poluição com a redução dos impactos nos sistemas hídricos. O instrumento para esta ação é o **enquadramento dos rios** e seu acompanhamento por parte do comitê de bacias, utilizando a rede de monitoramento.
- Os Planos de bacia hidrográfica não têm obtido resultado neste processo devido a falta de integração da gestão no comitê com as empresas de Saneamento (COPASA, no Estado e as municipais), já que a **maior carga é de efluentes urbanos**.
- Para as fontes de poluição industriais e de mineração é necessário identificar os parâmetros de qualidade da água e estabelecer objetivos específicos de avaliação e metas de longo prazo associados aos riscos destes empreendimentos;
- **A falta de informações sobre a poluição difusa** envolve a revisão das práticas de monitoramento no IGAM para atendimento destes objetivos por meio de programas específicos que monitorem a qualidade da água de acordo com a fonte difusa agrícola e urbana.

# Desastres

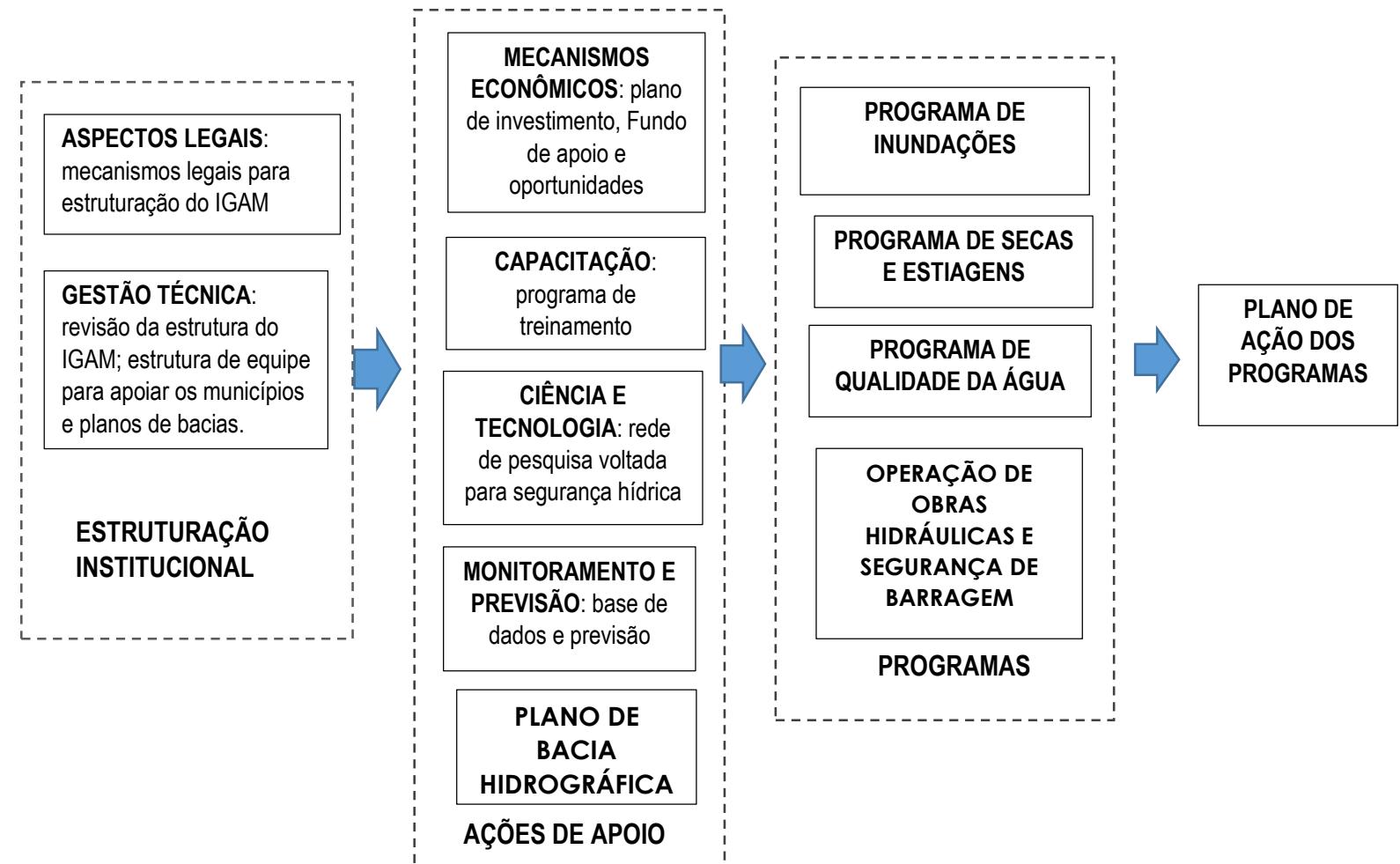
- O número de estruturas hidráulicas no Estado é muito grande. Os reservatórios no setor de mineração e industriais são 661, além disso, existem os reservatórios de uso para água de forma geral e de hidrelétricas em específico. A probabilidade de existirem anualmente desastres com estas obras é alto, mesmo que o risco de projeto seja pequeno.
- Cabe as entidades de regulação nos níveis estaduais e federal o acompanhamento do atendimento dos preceitos legais das barragens do Estado para reduzir o número de rompimentos e os prejuízos decorrentes;
- Este processo está bastante fragmentado com DNIT, ANA, ANEEL, IGAM, FEAM, em função da jurisdição e do tipo de barragem e uso dentro do cenário de gestão. Os impactos sinérgicos das barragens numa mesma bacia raramente são avaliados;
- Principais dificuldades reside na relação entre os proprietários das barragens e as comunidades a jusante dentro da preparação dos PAEs.
- Os PAEs tem sido realizado como um atendimento burocrático e se concentra nas ações preventivas da empresa e pouca interação existe entre estes Planos, Defesa Civil e sociedade na prevenção destes eventos.

# Aspectos Institucionais

- Não existe uma gestão integrada para redução dos impactos devido a eventos críticos no Brasil e no estado de Minas Gerais. Existem medidas fragmentadas e distribuídas por várias instituições sem integração, objetivos ou metas e recursos definidos;
- O sistema de monitoramento hidrológico e alerta tem um esforço importante no Estado de Minas Gerais, mas necessita de uma reestruturação para atender todos os elementos da gestão de eventos críticos;
- O IGAM e outro órgão que atuam na gestão de Recursos Hídricos e Meio Ambiente necessitam de profissionais qualificados, da mesma forma que os atores dos comitês de bacia. Observa-se que a qualificação técnica é limitada e necessita de um programa de qualificação, principalmente no que se refere aos eventos críticos.

# Estratégia para Segurança Hídrica

- Estrutura para o desenvolvimento da Segurança Hídrica
- Estruturação Institucional
- Ações de Apoio
- Programas
- Plano de Ação



# Estruturação Institucional

A estruturação institucional possui dois componentes:

- **Legal** que trata de proposta de regimento de funcionamento do IGAM para atuação em segurança hídrica; e
- **Gestão Técnica** que trata de atualizar a organização do IGAM para atuar em segurança hídrica: revisão da estrutura do IGAM para atender principalmente os aspectos de apoio e aos programas previstos pelo Estado e medidas de apoio aos:
  - (a) Comitês de bacia nos Planos de Bacia; e
  - (b) Municípios no sentido de atuar dentro da gestão da segurança hídrica.

# **Mecanismos Econômicos – Ação de Apoio**

- Avaliação econômica e demanda para implementação dos programas de segurança hídrica;
- Desenvolvimento de manuais e padrões para avaliação econômica dos projetos relacionado a Segurança Hídrica;
- Manuais e orientação sobre as oportunidades de recursos e sua solicitação para orientar os municípios e os comitês de bacias;
- Revisão e consolidação de Fundo de Recursos Hídricos e
- definição dos mecanismos de financiamento complementares.

# Capacitação

- Capacitação técnica da equipe do IGAM e de outras entidades estaduais para atuar dentro do espaço do Estado;
- Capacitação de profissionais dos municípios para que possam desenvolver a gestão municipal de recursos hídricos e segurança hídrica;
- Capacitação da sociedade civil e membros representativos para entender os componentes técnicos do programa que deem suporte as decisões.

Nome	Caracterização	Público Alvo
Decisores	Conceitos de Hidrologia, Usos da Água e Gestão dos recursos Hídricos. Inserção da Segurança Hídrica na Gestão. Estratégias para Gestão de Inundação, Disponibilidade Hídrica e qualidade da água como resultado de eventos extremos.	Profissionais de diferentes formações que de alguma forma atuam na estrutura urbana como urbanistas, administradores, arquitetos ambientalistas, etc
Gestores	Gestão da bacia hidrográfica; Gestão do uso do solo urbano; Gestão de saneamento básico e meio ambiente; Gestão eventos críticos	Gestores de água em nível estadual e municipal que têm as funções de fiscalização, avaliação e solicitação da outorga a nível estadual e federal
População	Noções gerais sobre o desenvolvimento das cidades e sua infraestrutura de água, características e indicadores do saneamento ambiental e do meio ambiente urbano e das bacias hidrográficas; gestão de risco de eventos críticos	Participante de comitê de bacia, representante municipal, membros de ONG e população em geral.
Profissional	Conceitos hidrológicos, avaliação de eventos críticos de inundações; disponibilidade hídrica e qualidade da água; medidas de controle e gestão no âmbito da bacia hidrográfica e das cidades.	Profissionais especializados nas áreas técnicas com atribuição profissional.

# Ciência e Tecnologia

- Identificação dos mecanismos de financiamento e implementação de uma rede de pesquisa em conjunto com a entidade de Fomento de Pesquisa do Estado;
- Preparação de um edital para formação de rede de pesquisa em Segurança Hídrica;
- Seleção dos grupos de pesquisas e implementação da rede de pesquisa
- Neste processo devem ser previstos: interação com a realidade dos municípios e comitês de bacia. Para tanto recomenda-se que pelo menos uma vez por ano seja realizado um workshop integrando os agentes de recursos hídricos (comitês e municípios) com a rede de pesquisa;

# Monitoramento

- **Programa de monitoramento de poluição difusa:** A poluição difusa não é monitorada atualmente no país e no Estado. Da mesma forma não existe regulação sobre o assunto. Esta atividade envolve o desenvolvimento de um programa amostral de bacias pilotos representativas para monitoramento da poluição difusa;
- **Revisão da rede de monitoramento:** revisar as práticas atuais de coleta e monitoramento de quantidade e qualidade da água; identificar os locais críticos para avaliação de eventos extremos e gestão da segurança hídrica;

# Previsão

- Identificação dos locais de interesse para previsão contínua de vazão e de precipitação. A qualidade da água será implementada nas etapas futura do sistema de previsão;
- Revisão do sistema telemétrico para previsão em tempo real e proposta de atualização da rede;
- Desenvolvimento de um sistema de previsão em tempo real de precipitação com base em modelos climáticos e meteorológicos e a previsão de vazão por um modelo hidrológico precipitação – vazão para os locais de interesse;
- Implementação da atualização do sistema telemétrico e do sistema operacionalmente (softwares integrados) e treinamento da equipe do IGAM para operar o sistema ao longo do tempo.

# Plano de bacia Hidrográfica

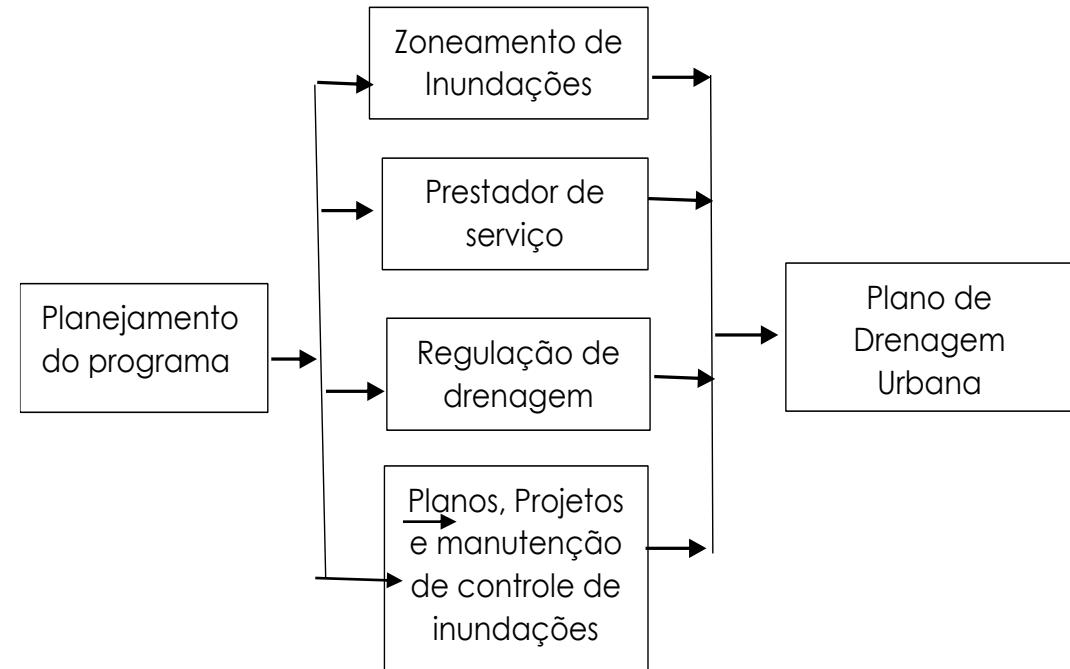
Desenvolvimento de um novo termo de referência para elaboração do Planos de Bacia Hidrográfica para ser utilizado no Estado de Minas Gerais para os futuros Planos e na revisão futura dos existentes.

Atividades:

- Revisão dos trs atuais;
- Revisão e do TR com relação as atividades atuais e inclusão da Segurança Hídrica;
- Validação do TR junto ao IGAM e no conselho estadual de recursos hídricos

# Programa de Inundações

- **Planejamento:** organiza os aspectos institucionais da gestão do programa, indução das cidades ao programa, desenvolve produtos esperados, indicadores e metas para serem atingidas em nível estadual, mecanismos econômicos e financeiros;
- **Zoneamento de inundações-** métodos de preparação do zoneamento e indução as cidades;
- **Prestador de serviço de drenagem-** orientação para organizar no município e seu funcionamento
- **Regulação de drenagem** – regulação em nível municipal para controle dos impactos da urbanização
- **Planos, Projetos e manutenção-** manuais e termos de referência e apoio aos municípios.
- **Plano de Drenagem Urbana-** orientação, termo de referência e avaliação de apoio aos municípios



# Zoneamento de Inundações

- **Manual para elaboração do zoneamento** das áreas de inundação para as cidades do Estado com estudo de caso;
- **Apoiar os municípios no desenvolvimento do Zoneamento** e a sua incorporação no Plano Diretor da Cidade ou outro mecanismo legal;
- **Estudo de viabilidade de um programa de seguro** de inundação com abrangência Estadual e resseguro.
- desenvolver zoneamento em pelo menos três cidades pilotos;
- acompanhamento para introdução no Plano Diretor das cidades;
- preparação do mecanismo institucional de indução das cidades;
- avaliação da viabilidade do uso de seguro de inundação;
- preparação de um manual para elaboração de zoneamento de inundação;
- minuta de regulamentação para apoio dos municípios na elaboração do zoneamento.

# **Serviços de drenagem urbana**

- Desenvolver um manual passo a passo para apoiar a criação do prestador de serviço municipal, considerando: organização, equipe, serviços a serem prestados, capacitação, avaliação econômica e financeira;
- Plano de Implementação do serviço e definição da recuperação de custo e financiamento;
- Regulamentação da taxa de drenagem no município;
- Mecanismo de indução das cidades a implementação do prestador de serviço com mecanismos institucionais e econômicos.
- Desenvolvimento de mecanismo de escala para implementação dos serviços nas cidades menores que 100.000 habitantes.

# Regulação da Drenagem Urbana

- Revisão das metodologias existentes e proposta de metodologia de estimativa dos indicadores da regulação para o Estado;
- (b) Minuta de regulação para as cidades;
- (c) Treinamento dos técnicos municipais para sua implementação;
- (d) Mecanismo de indução a implementação pelas cidades e sua estrutura de avaliação dos projetos.

# Planos, Projetos e manutenção

- Manual para elaboração do Plano de Drenagem Urbana da cidade, identificando seus componentes, a elaboração do Plano de cada bacia hidrográfica da cidade;
- Manual de Drenagem Urbana que possa ser utilizado pelos municípios na exigências de projetos dentro da cidade e faça parte do Plano de Drenagem da cidade. Este tipo de manual, produzido com padrões gerais pode ser adaptado para cada cidade;
- Manual de projetos de drenagem urbana: permita definir padrões de projetos relacionados com obras de drenagem na cidade, estudos ambientais, custos de obras, manutenção e serviços para contratação pelas cidades e consórcios.

# Plano de Drenagem Urbana

- Na primeira fase deste componente deve-se preparar o TR para os Planos de Drenagem com previsão de conclusão no primeiro ano.
- Na sequência deve-se apoiar e acompanhar o desenvolvimento de Planos de Drenagem das cidades do Estado, incentivando as cidades maiores > 100.000 habitantes.
- Espera-se assim, a obtenção de 50% dos Planos realizados para estas cidades dentro de curto e médio prazo.
- Conclusão dos demais em longo prazo e implementação do Plano.

# Programa de Secas e Estiagens

- Avaliação e alternativas das condições de projeto existente na relação oferta x demanda das cidades do Estado;
- Avaliação e alternativa de atendimento da disponibilidade hídrica na área rural;
- Desenvolver alternativas de segurança hídrica para as cidades com foco no emergencial;
- Desenvolver medidas preventivas integradas para manutenção dos mananciais urbanos.

# Avaliação de disponibilidade x demanda nas cidades

- Mapeamento das cidades do Estado quanto a oferta de disponibilidade hídrica para atendimento da cidade e de suas áreas rurais;
- Identificação para cada cidade a relação oferta x demanda da adução, distribuição e tratamento de água considerando a evolução da demanda;
- Avaliação dos riscos existentes na oferta de água e do manancial utilizado dentro âmbito de quantidade e da qualidade da água. Os riscos estão relacionado com: (a) disponibilidade hídrica e o risco hidrológico; (b) falha no sistema de atendimento da oferta como adução, reservação e tratamento de água; (c) acidentes e/ou ação criminosa;
- Classificação das cidades com relação ao risco de atendimento da demanda, considerando pelo menos três níveis: crítico ( $> 10\%$ , médio ( $< 10\%$  e  $> 5\%$ ) e baixo ( $< 5\%$ ));
- Desenvolver um planejamento de ampliação da oferta considerando a evolução urbana e atingir em todos os municípios com um padrão de pelo menos 5% de risco;

# Atendimento da demanda na área rural

- Identificação das áreas mais afetadas no Estado com base em dados da Defesa Civil e outras informações disponíveis;
- Avaliação do risco das áreas identificadas e suas limitações de disponibilidades;
- Desenvolver um plano de ação de reduzir a vulnerabilidade ao longo do tempo, buscando manter os riscos dentro de 5% de probabilidade;
- Identificação de recursos econômico para as ações planejadas.
- Desenvolver a avaliação de resultados das medidas.

# Gestão da segurança hídrica na disponibilidade hídrica

- Plano de emergência com: (a) sistema de alerta; (b) identificar sistemas alternativos de segurança; (c) fluxograma de ações para os operadores durante os eventos críticos; (d) medidas de operação e manutenção para o funcionamento do sistema; (e) medidas operacionais durante a emergência.
- Mapear as áreas urbanas e rurais sujeitas a maior risco hidrológico combinado: (a) risco de oferta; (b) riscos operacionais e de acidentes; (c) risco de demanda.
- Desenvolver um programa de ação de longo prazo para desenvolvimento dos planos de emergências para os locais mapeados.
- Implementação das ações por meio do plano de emergência para os locais mapeados.

# Proteção de Mananciais

- identificação dos mecanismos econômicos que podem ser utilizados para preservação sustentável das áreas de mananciais urbanos;
- seleção de metodologia para implementação do mecanismo econômico e dos incentivos;
- estabelecimento de um minuta de proposta regulação para implementação dos mecanismos estabelecidos;
- identificar pelo menos 3 estudos pilotos;
- desenvolvimento dos projetos pilotos e aprimoramento da metodologia a ser proposta para o Estado;
- expandir o sistema de prevenção para todas as cidades do Estado.

# Programa de recuperação da qualidade da água

- Desenvolvimento de uma estratégia estadual para controle dos efluentes urbanos e recuperação dos rios dentro do enquadramento desenvolvido nos Planos de Bacia;
- Desenvolvimento da avaliação e uma estratégia para controle dos efluentes industriais;
- Desenvolvimento da avaliação e desenvolvimento de estratégia para controle dos impactos da poluição difusa;
- Medidas emergenciais associada aos eventos críticos devido a redução da vazão nos rios.

# **Redução da carga dos efluentes domésticos**

- Diagnóstico estadual quanto as limitações do controle de efluentes domésticos e industriais;
- Desenvolvimento dos sistemas de coleta e tratamento e estratégias para cidades maiores (> 100 mil habitantes) e menores ( <100 mil habitantes);
- Avaliação Econômica e Financeira para viabilizar o desenvolvimento dos serviços.
- Estabelecimento de metas de resultado ao longo do tempo e procedimentos para avaliação dos resultados do Plano.

# **Avaliação e estratégias para redução da poluição difusa**

- Monitoramento amostral baseado nas potenciais fontes de poluição;
- Com base no monitoramento previsto nesta estratégia é realizada a avaliação dos rios mais contaminados e o tipo de poluição existente;
- Estabelecer medidas de controle tanto na área rural como urbana para melhoria da qualidade da água;
- Desenvolver indicadores para acompanhamento dos resultados para e sua eficiência.

# Medidas emergenciais

- Identificação dos trechos mais críticos quanto a poluição no Estado;
- Avaliação do impacto ambiental para os trechos identificados das condições de vazões inferiores a vazão de referência. Esta avaliação é prevista para 3 trechos amostrais. Em outra etapa deve-se planejar os demais.
- Identificar medidas preventivas para mitigar este impacto quando ocorrer;
- Identificar medidas emergências a serem adotadas durante as condições de eventos críticos.

# **Programa de Operação de obras hidráulicas e segurança de barragem**

- Cadastro de obras hidráulicas;
- Regulamentação da legislação estadual de segurança de barragem dentro do âmbito de barragens de água;
- Plano de Segurança estadual de obras hidráulicas.

# Cadastro de Obras Hidráulicas

- Definição dos dados necessários para o cadastro de barragem;
- Desenvolvimento de sistema de informação associado a base de dados de monitoramento do Estado;
- Estabelecer um mecanismo de atualização de informação e inspeção básica das barragens, de acordo com a lei;
- Revisão periódica dos procedimentos.

# Regulamentação de segurança de barragem

- Criar um grupo de trabalho dentro do IGAM para desenvolver um projeto de regulamentação;
- Revisão das práticas nacionais e internacionais sobre o assunto;
- Identificação dos artigos da lei que requerem regulamentação;
- Desenvolvimento da proposta baseado no conhecimento adquirido e considerando as características do Estado de Minas Gerais. Deve-se considerar nesta regulamentação as condições de efeito sinérgico das barragens.

# **Plano Estadual de Segurança Estadual de obras hidráulicas**

- Identificação dos principais trechos de rios sujeitos a barragens dentro de critérios a serem definidos;
- Diagnóstico de cada trecho de rio quanto ao risco das barragens existentes e efeitos sinérgicos;
- Medidas Preventivas em nível Estadual e em nível de bacia;
- Recomendações para revisão do sistema de segurança.

# Plano de Ação

A. Prazos – curto (3 anos), médio (7 anos)e longo prazo (15 anos)

B. Metas:

- Estabelecimento de um sistema institucional no IGAM para atuar em segurança hídrica;
- Incorporação do planejamento aos eventos críticos nos Planos das bacias hidrográficas no Estado;
- Desenvolver para pelo menos 50% das cidades do Estado os serviços de drenagem urbana, regulação e Plano de Drenagem Urbana e sua implantação que incorporem a gestão sustentável dos serviços e o controle da urbanização num prazo de 10 anos;
- Desenvolvimento de um plano de tratamento dos efluentes do Estado de Minas Gerais e melhoria da qualidade da água e a cobertura de até 60% de coleta e tratamento em 10 anos.

# Metas específicas

- Eliminar as inundações na drenagem urbana das cidades para riscos menores ou iguais a 10 anos de tempo de recorrência para pelo menos 50% das cidades;
- Incorporar o zoneamento de inundações aos Planos Diretores Urbanos das cidades com risco de inundaçāo em pelo menos 80% das cidades com risco de inundaçāo;
- Desenvolver Medidas emergenciais para disponibilidade hídrica urbana para pelo menos 50% das cidades do Estado em 10 anos;
- Enquadramento de todos os rios e implementação do programa de despoluição.

# Investimentos

- Orçamento é da primeira etapa que corresponde a 1 a 2 anos; Primeira estimativa, que deve ser revista para cada projeto;
- O investimento inicial é de ~ R\$ 7 milhões.
- Os maiores investimentos finais são em tratamento de esgoto doméstico;
- Necessidade de uma estratégia e investimentos de longo prazo para tratamento de esgoto no Estado.
- Estimativa para universalização de Esgoto R\$ 15,1 bilhões e gestão de inundações na drenagem de R\$ 5,2 bilhões.(custos de medidas estruturais);
- Correspondem a 3,1 e 1 %, respectivamente do PIB estadual.

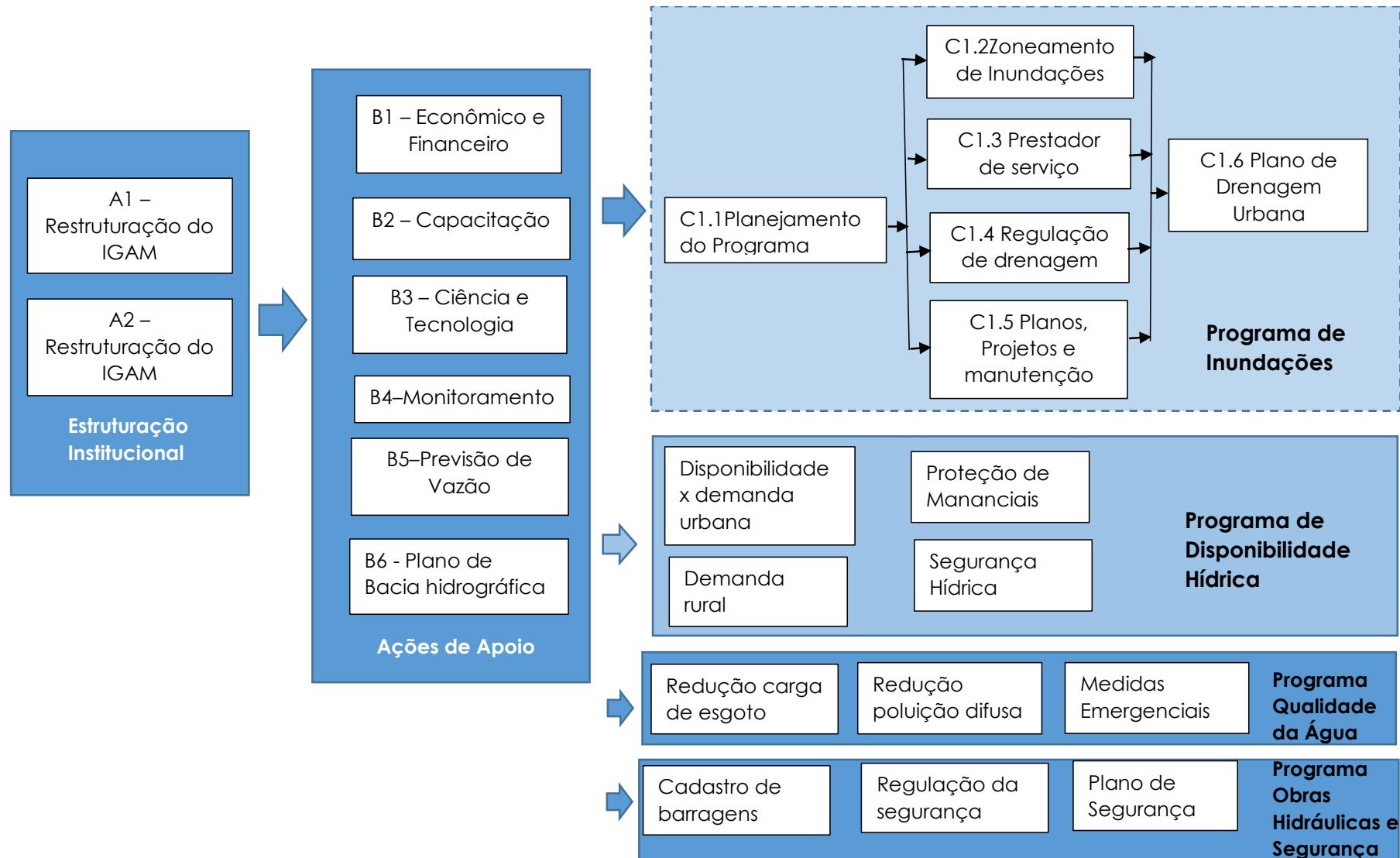
Projetos	Valor em R\$ milhões
Ações de Apoio	1,94
Programa de Inundação	1,645
Programa de Secas e Estiagens	1,760
Qualidade da Águas	1,470
Desastres	0,350
total	6,985

# Investimentos e benefícios

- Investindo no programa 0,41 % do PIB anualmente em 10 anos é possível ter cobertura total de esgoto e controle na drenagem. Isto representa investimento anual de R\$ 2 Bilhões
- Aumentando o Prazo para 15 anos, o investimento anual cai para R\$ 1,33 bilhões.
- O benefício em esgoto é redução de internalização hospitalar e melhoria da qualidade de vida e recuperação dos mananciais.
- O prejuízo estimado em drenagem é da ordem de R\$ 1 bilhão/anual. O investimento de R\$ 5 bilhões reduz 85% dos prejuízos(benefícios), que é de 850 milhões por ano. Mesmo com uma taxa de juros alta o retorno é positivo.

# Distribuição dos Investimentos

Classes por população	Número de cidades	População 1000	Número de cidades pelo total %	População sobre o total do Estado %	Investimento em Esgoto (R\$ bilhões)	Investimento em drenagem (R\$ bilhões)	Investimento Total R\$(bilhões)
1 milhão a 500 mil	3	1961,4	0,35	10,01	1,517	0,502	2,018
500 mil a 100 mil	25	5017,7	2,93	25,60	3,880	1,284	5,164
100 mil a 50 mil	37	3007,1	4,33	15,34	2,325	0,769	3,095
50 mil a 20mil	112	3756,1	13,11	19,16	2,904	0,961	3,865
<20mil	677	5857,8	79,27	29,89	4,530	1,499	6,028
total	854	19600	100	100	15,156	5,014	20,171



# Conclusões e recomendações

- Esta estratégia é o passo que deve buscar **reduzir a vulnerabilidade do Estado a eventos extremos** e permitir uma sustentabilidade a gestão de recursos hídricos dentro de uma visão de longo prazo.
- Esta estratégia envolve a **construção gradual das ações com capacitação da equipe do IGAM** e de outras entidades do Estado, o **desenvolvimento tecnológico e monitoramento das variáveis hidrológicas**, além da **previsão em tempo real**, para prever eventos e reduzir os riscos.
- A preparação desta estratégia **deve ser revista ao longo da sua implementação** visando a correções em função da própria experiência do IGAM com as ações e seus resultados.
- A **base deste programa é a qualificação técnica** do Estado nas suas entidades.