



# **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, reestruturação, 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 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?

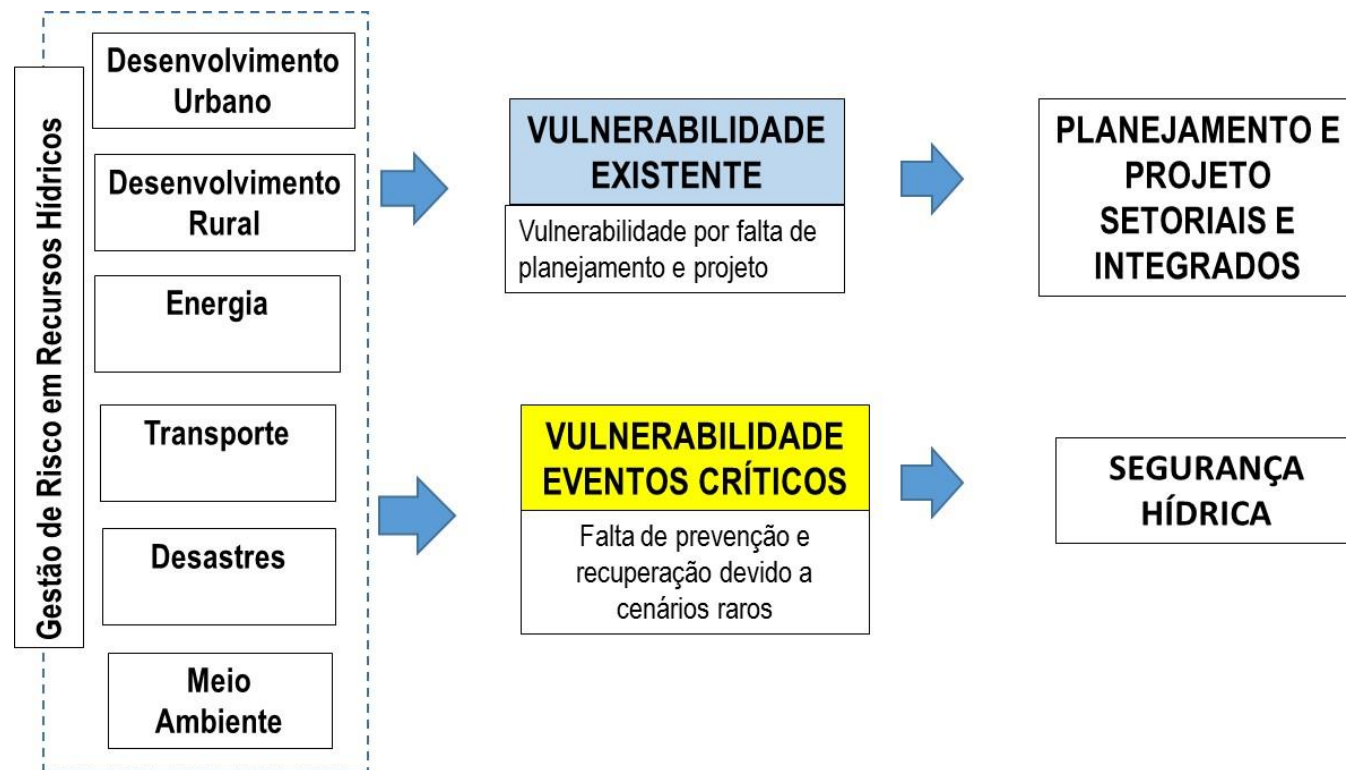
# Estrutura da gestão da Segurança Hídrica

## **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;e
- **Incertezas associadas as séries hidrológicas devido a efeitos naturais e antrópicos:** variabilidade e mudança climática, alterações do uso do solo, obras hidráulicas, entre outros

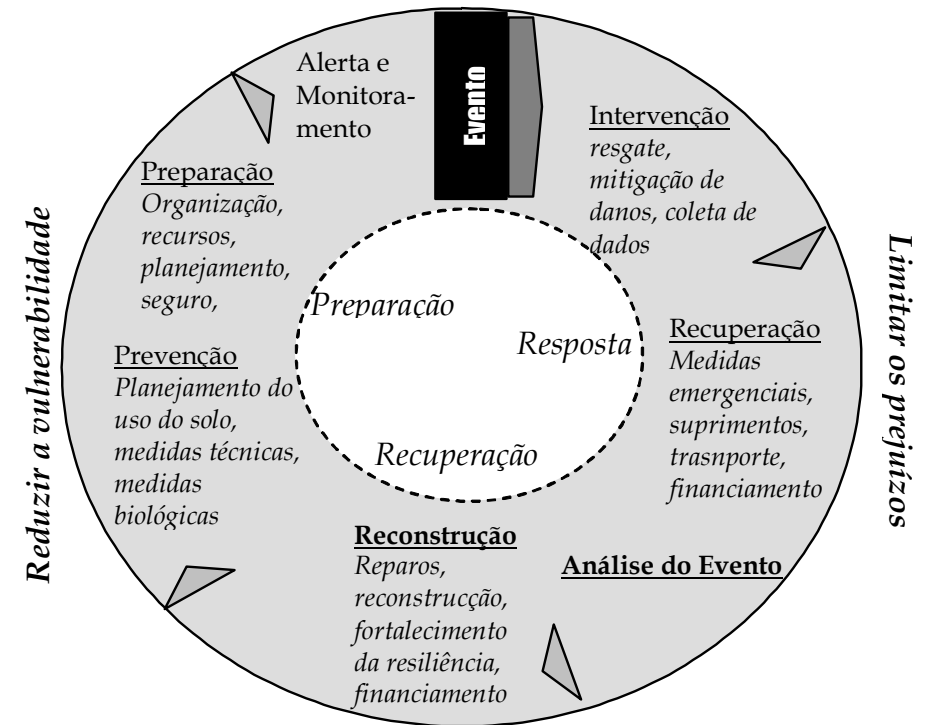
# Medidas

- 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 inundação, 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



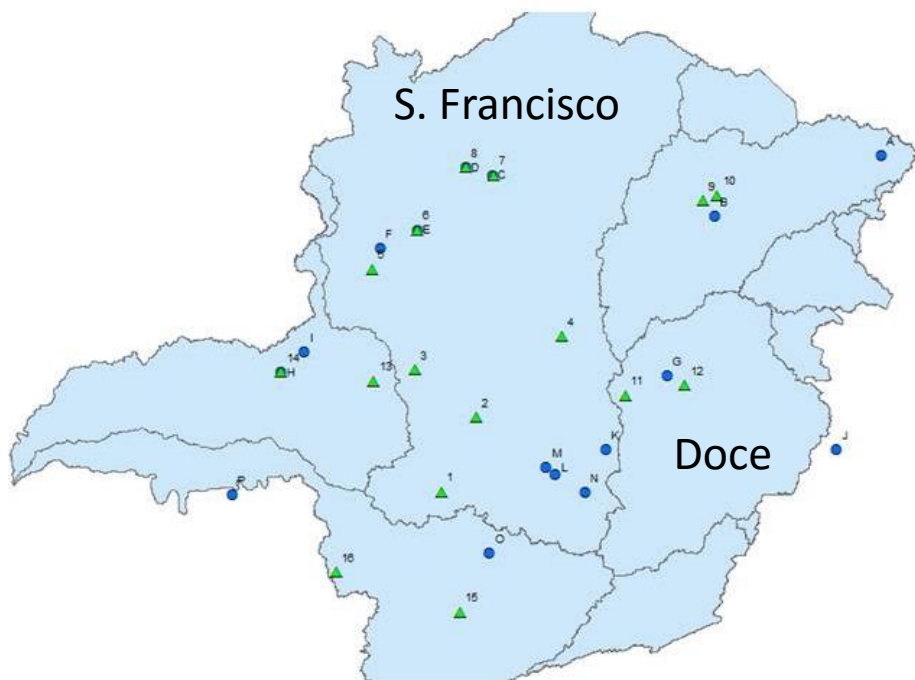
# Risco e Incerteza das séries Hidrológicas

- 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

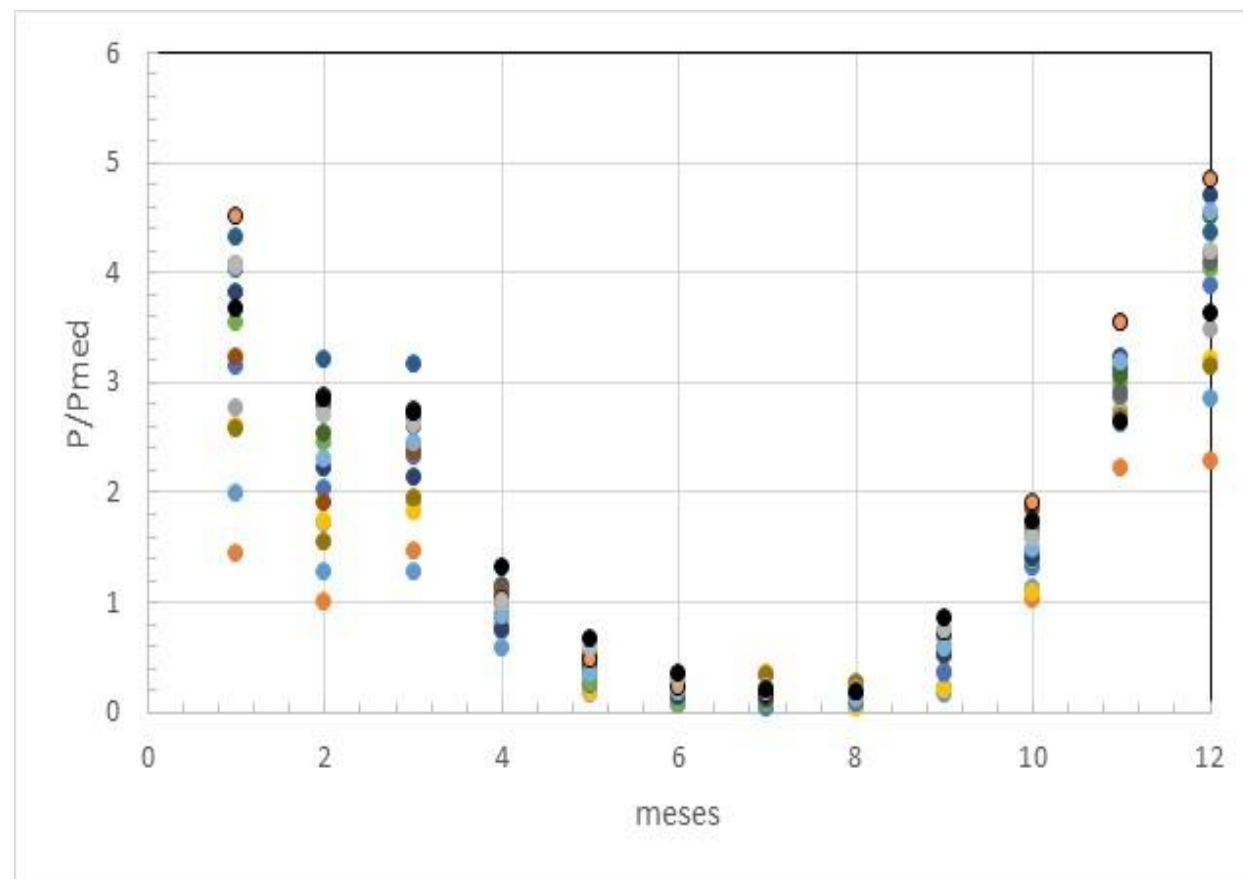


Postos selecionados para  
avaliação

| 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  |

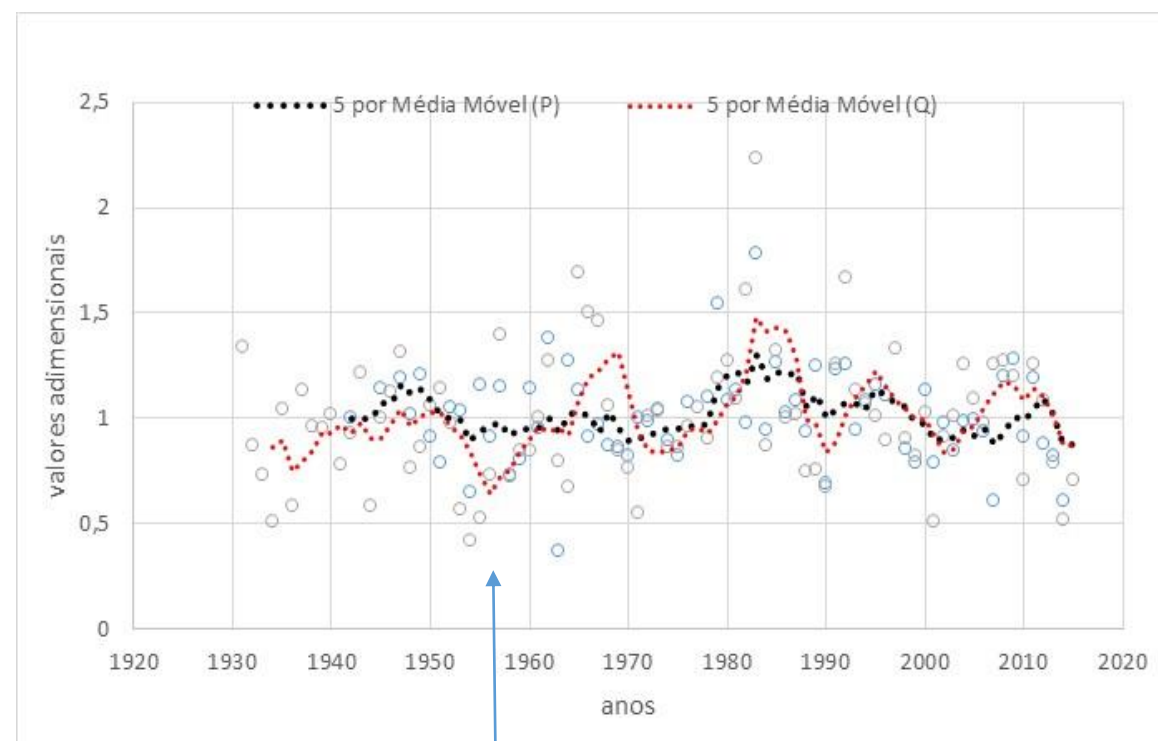
# Variabilidade Sazonal

- 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

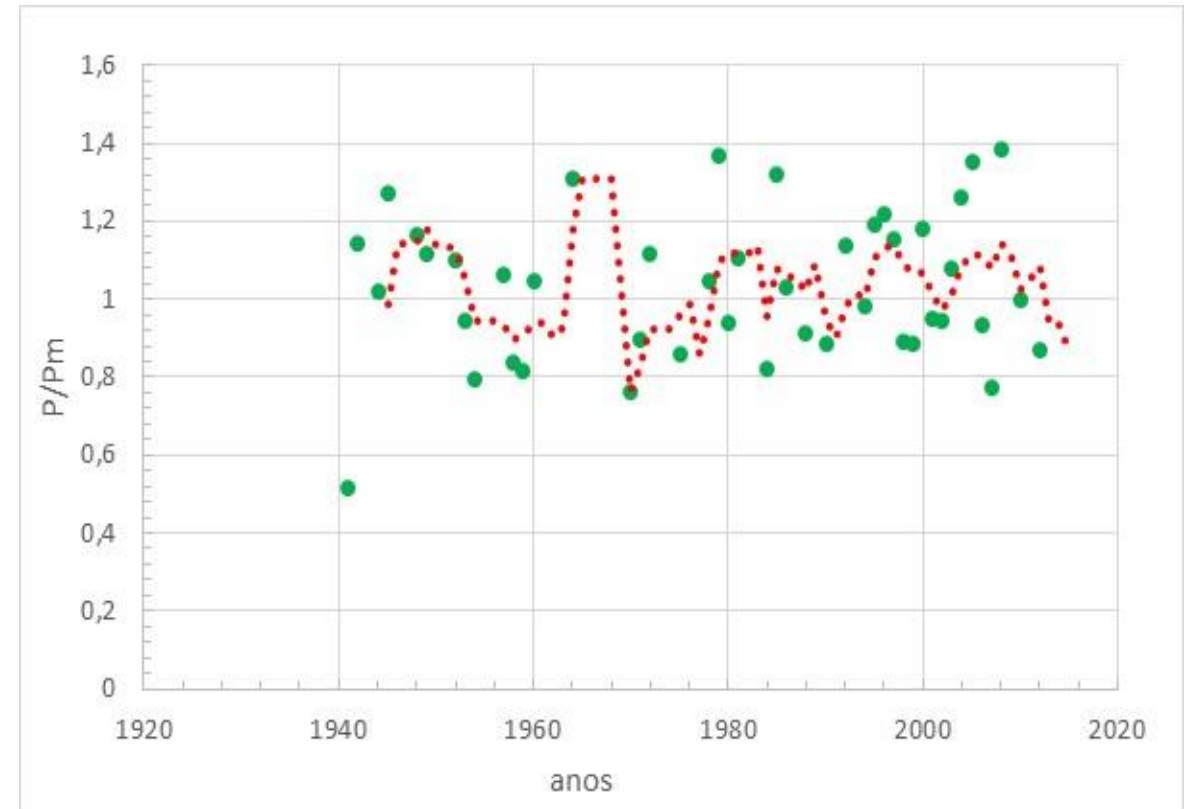
- O pior ano foi em 1956 com vazão média 43% da média.
- O ano de 2014 teve falha de dados e é provável que tenha sido pior que o de 1956.
- A pior sequência de anos secos também foi de 1952 a 1960, onde apenas um ano teve vazão superior à média.
- Observa-se que depois de 1960 não ocorreu uma sequência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



Período seco

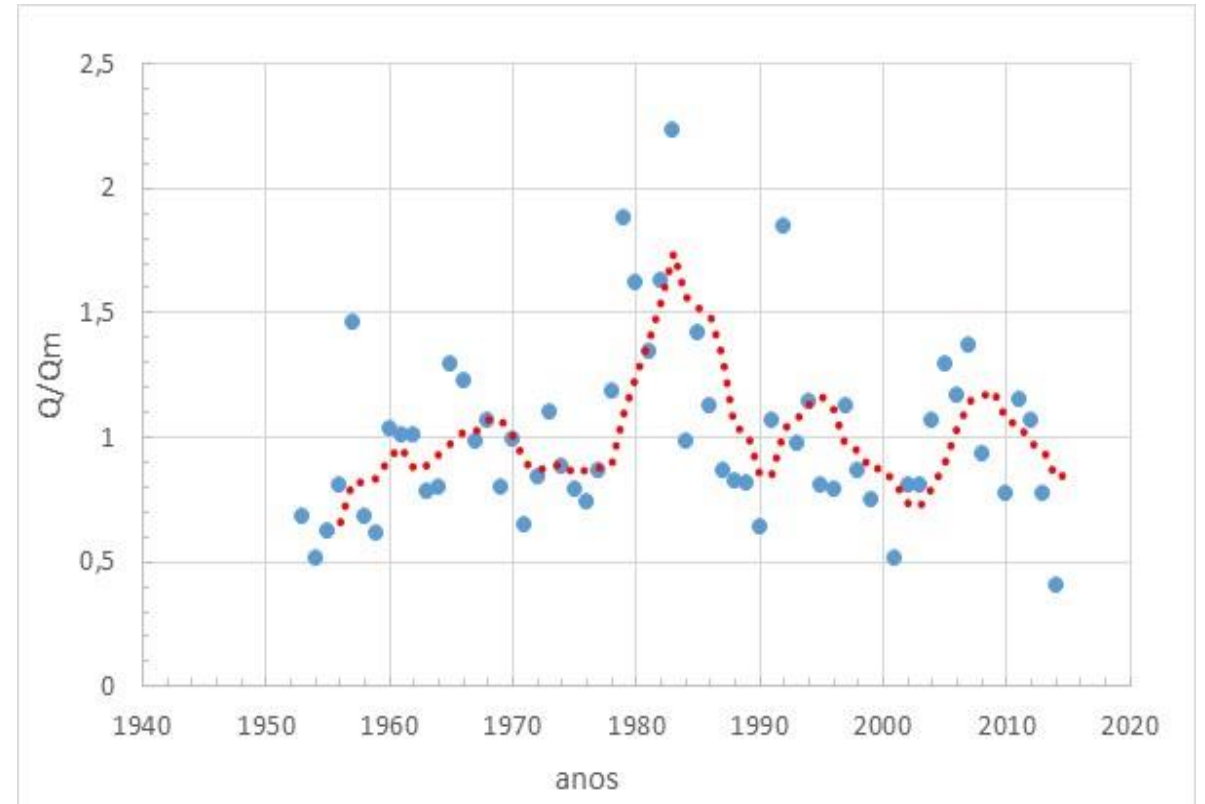
# S. Francisco – Rio das Velhas

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



# S. Francisco - Paracatu

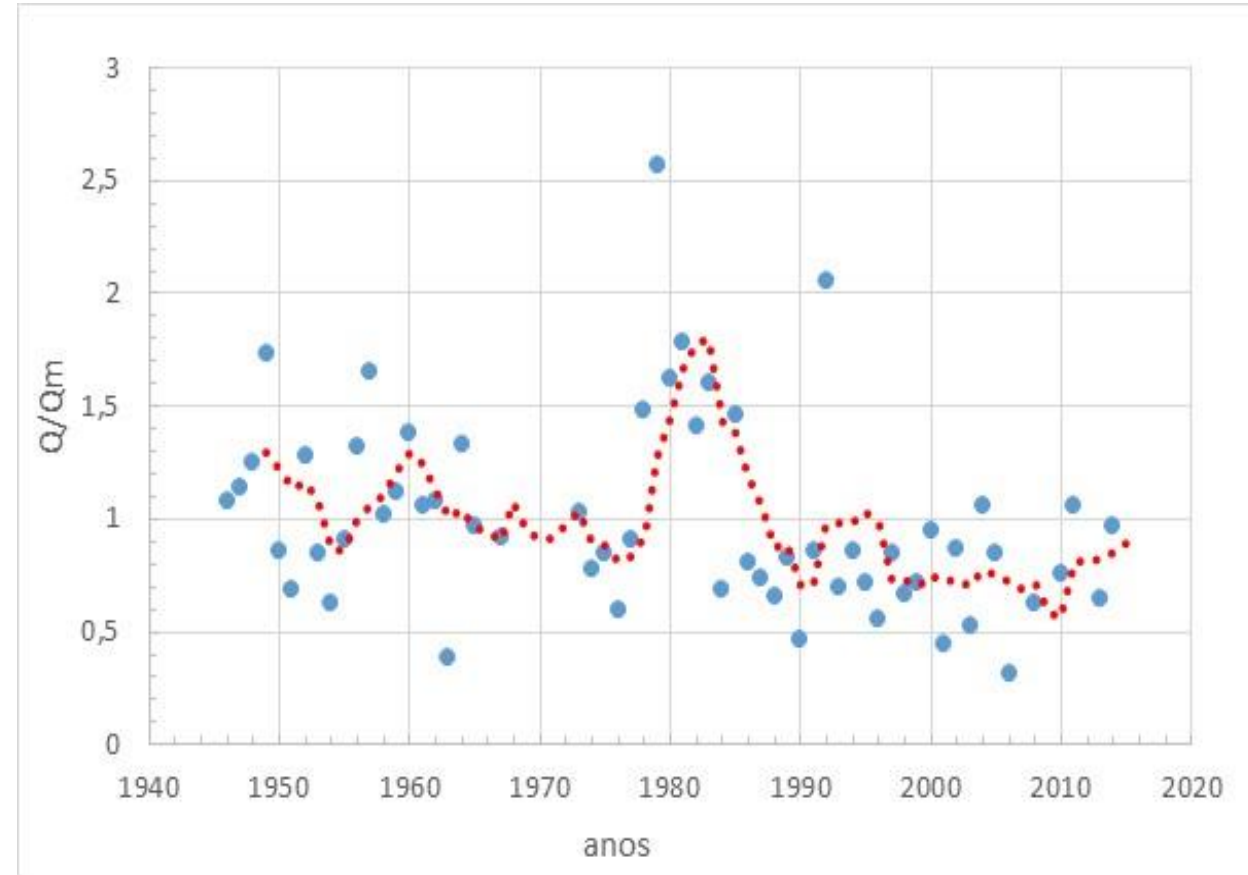
- As vazões até o final da década de 70 são abaixo da média, oscilando entre 0,6 e 0,8 da média de longo período.
- O período da década de 80 é mais úmido e na década de 90 retorna a um período seco, com valores baixos, chegando ao ano mais crítico que foi 2001, 50% da média.
- O ano de 2014 não foi 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





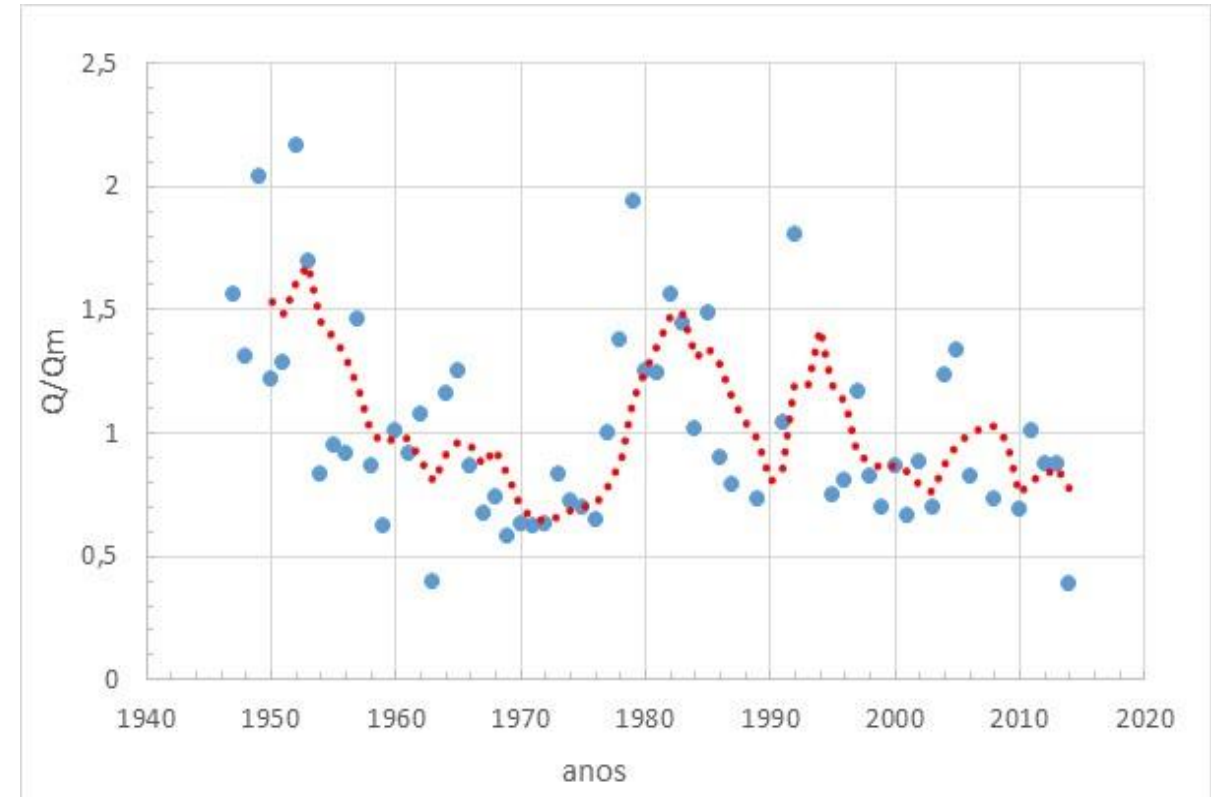
# Jequitinhonha

- 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.



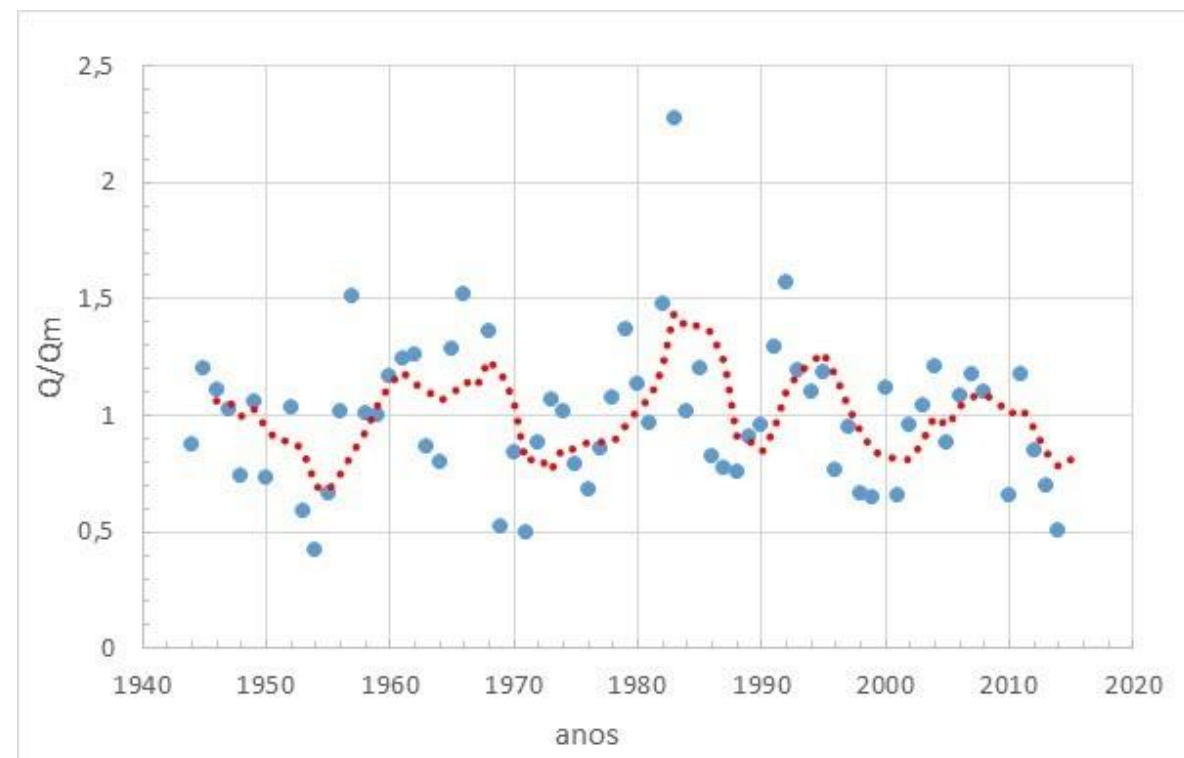
# Doce

- 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



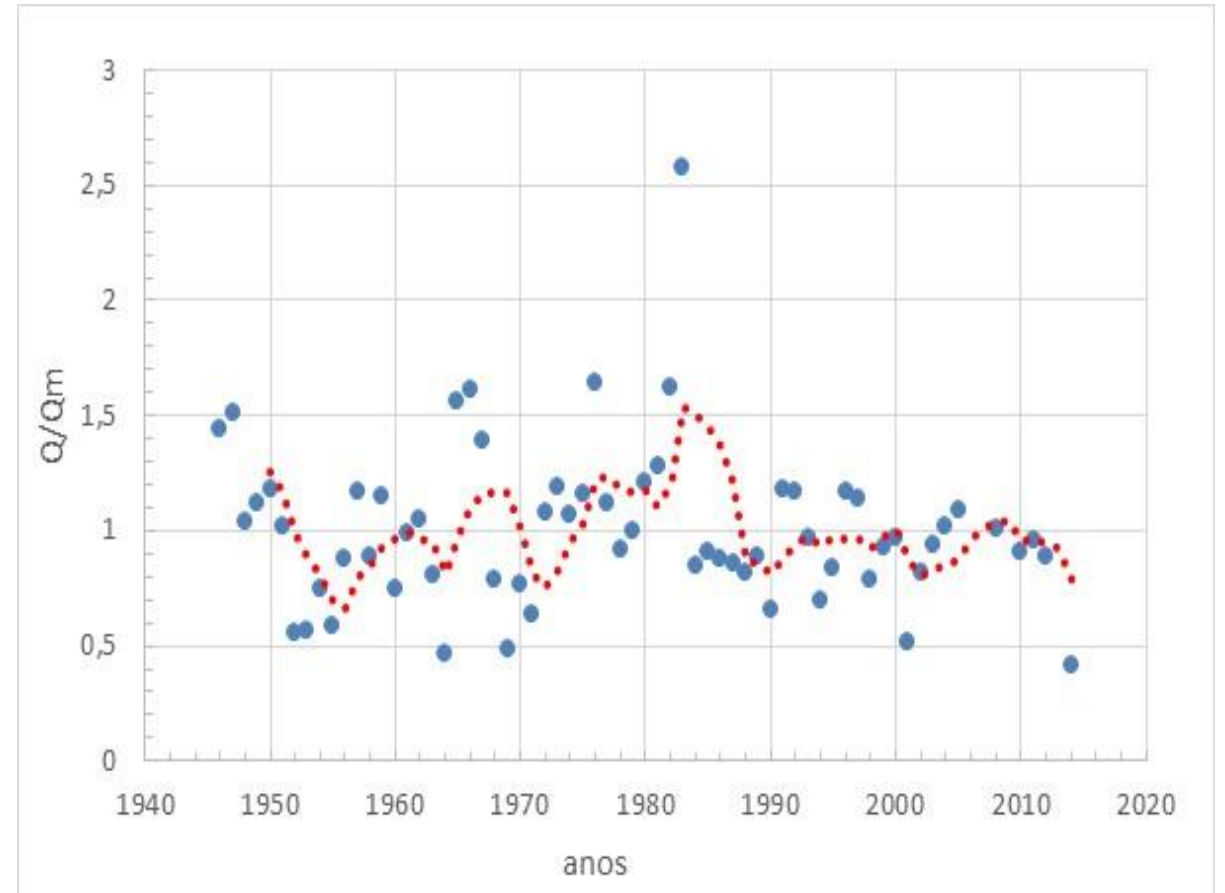
# Paranaíba

- 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.



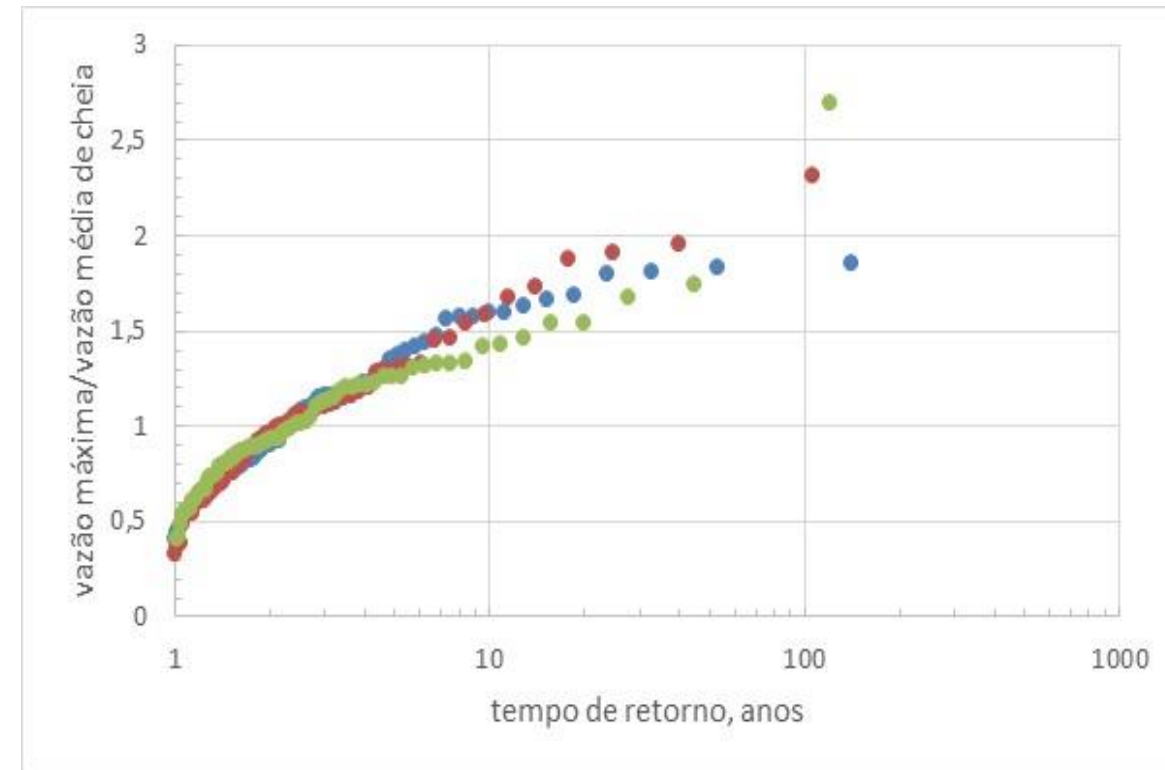
# Rio Grande

- 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  $Q_{mc}$



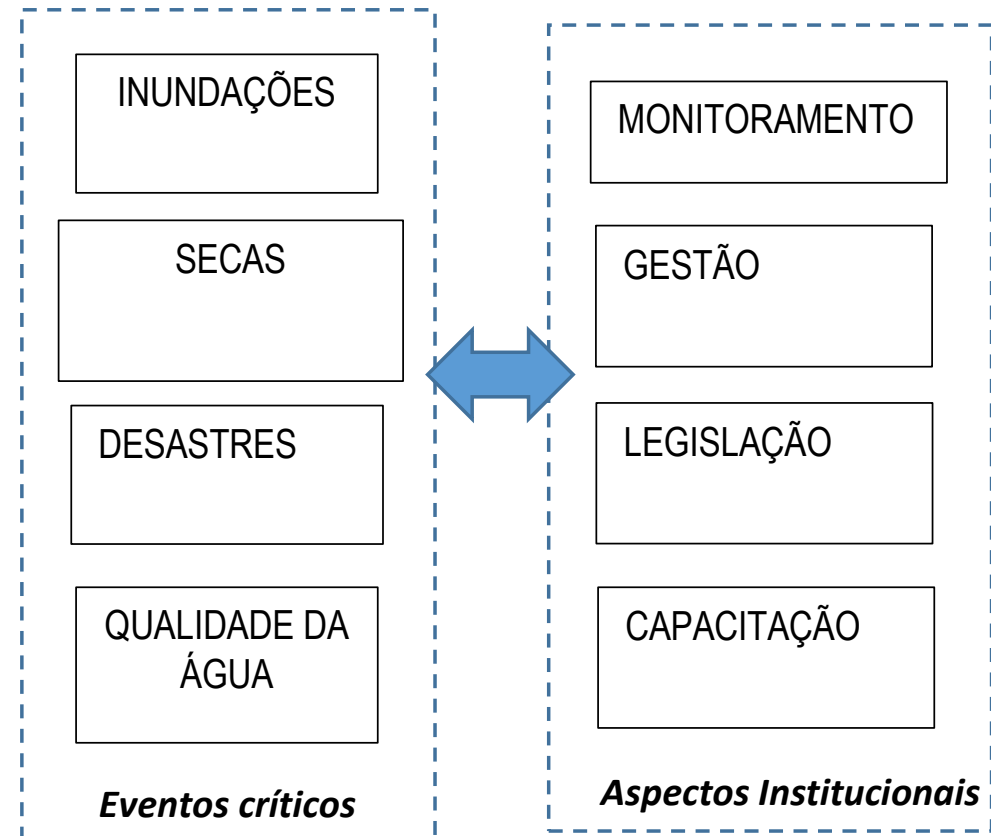
# Diagnóstico

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 inundação 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 inundação 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 inundação 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 atende 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 envolve 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 inundação 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 inundação no Estado;
- Considerando o prejuízo médio de inundação 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.

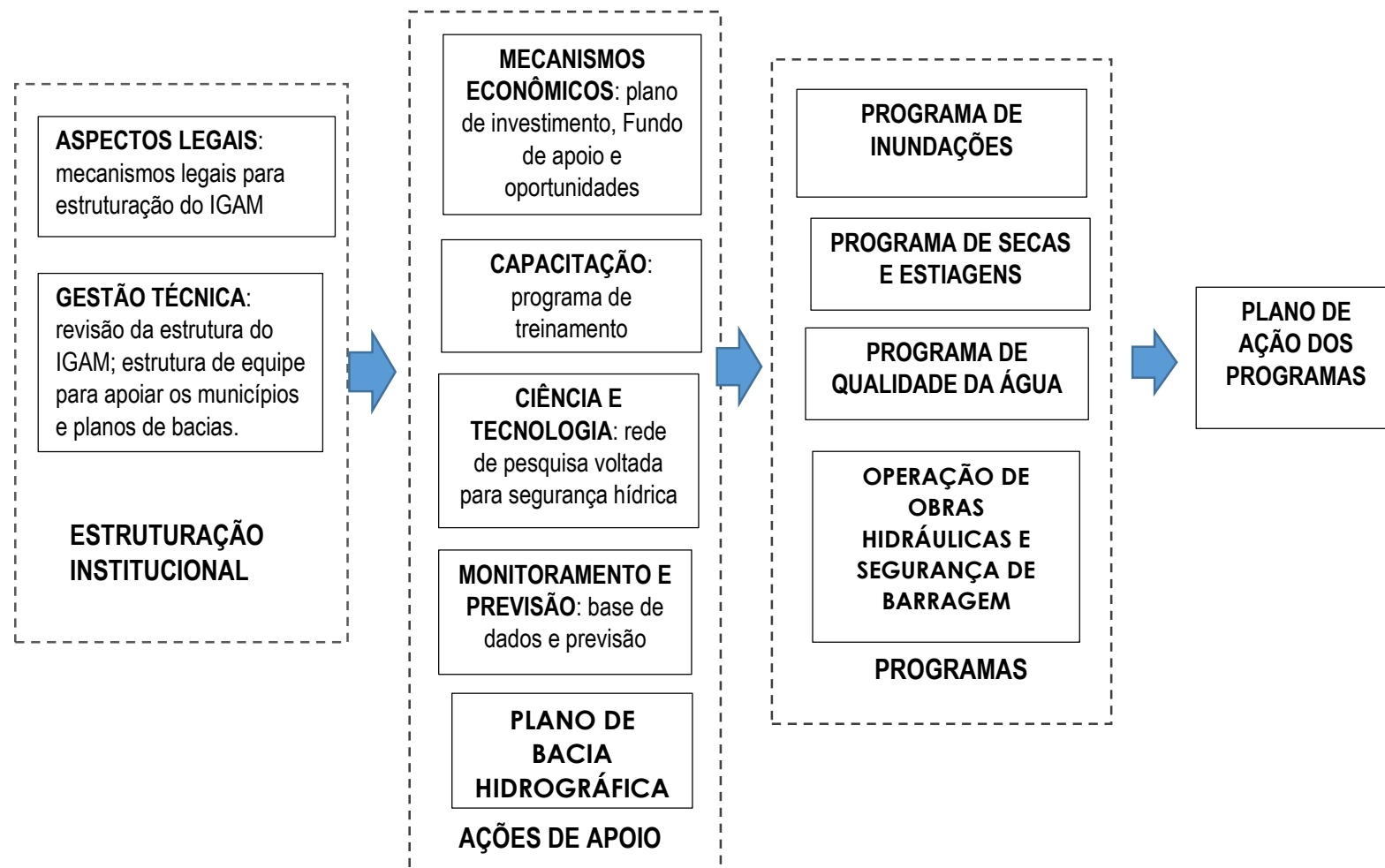
# Aspectos Institucionais

- 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;<br>Gestão de saneamento básico e meio ambiente;<br>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

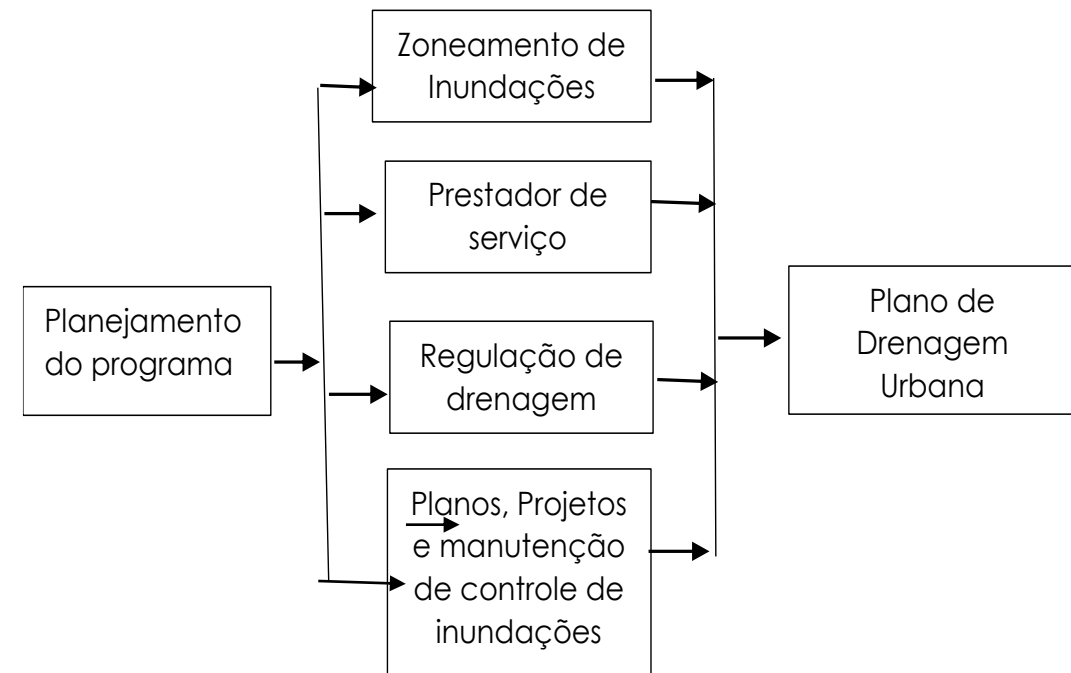
Desenvolvimento de um novo termo de referência para elaboração do Planos de Bacia Hidrográfica para ser utilizado no Estado de Minas Gerais para os futuros Planos e na revisão futura dos existentes.

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 hídrico 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 proposta 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 inundação em pelo menos 80% das cidades com risco de inundação;
- 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                |

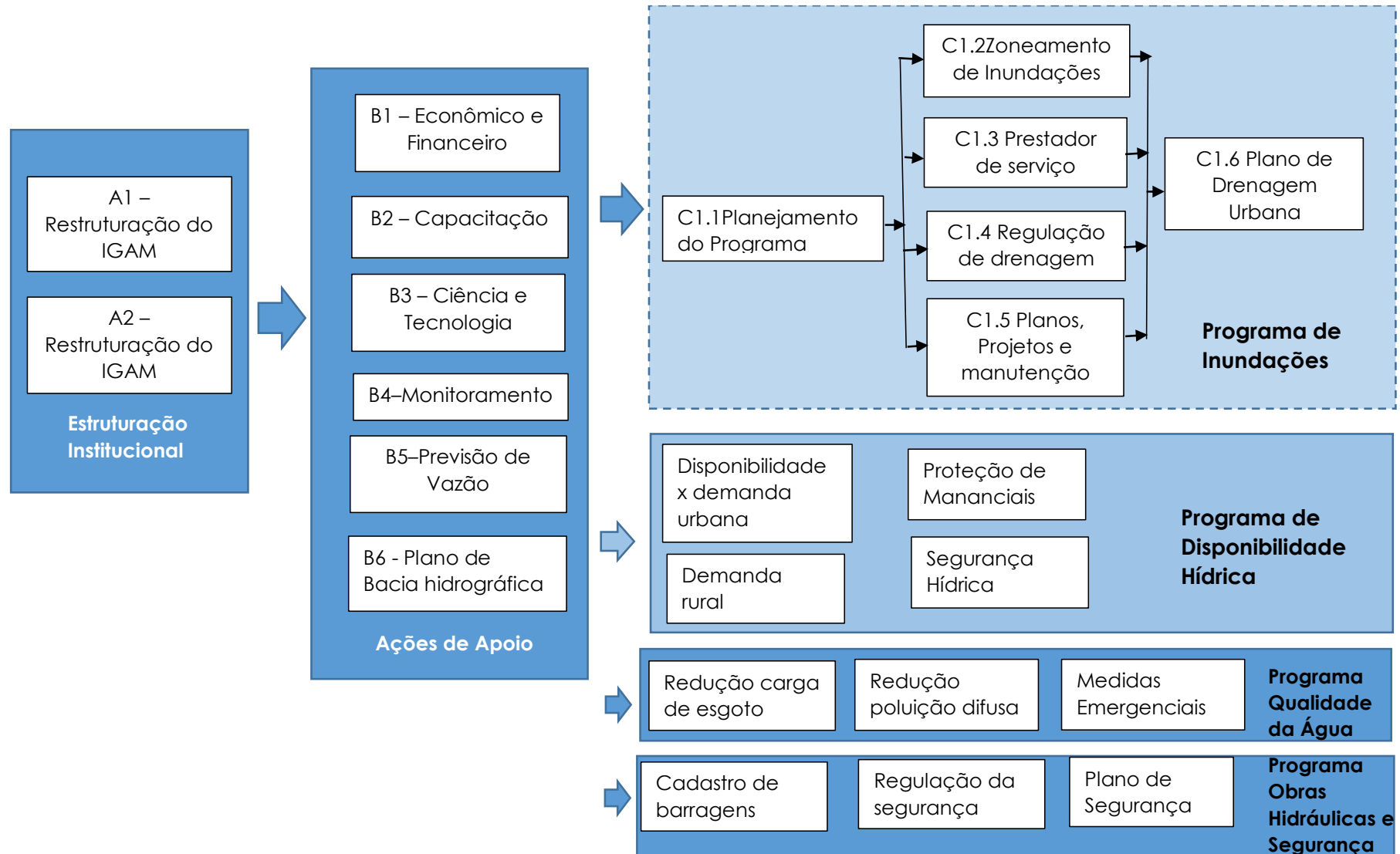
# Investimentos e benefícios

- 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<br>1000 | Número de cidades pelo total<br>% | População sobre o total do Estado<br>% | Investimento em Esgoto<br>(R\$ bilhões) | Investimento em drenagem<br>(R\$ bilhões) | Investimento Total<br>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.