



*UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU
CÂMARA TÉCNICA DE PLANEJAMENTO INSTITUCIONAL
27ª REUNIÃO DA CTPI*

**MODELO DE COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS
HÍDRICOS EM SISTEMAS CONTROLADOS POR
RESERVATÓRIOS: proposta metodológica e
simulação na bacia hidrográfica dos Rios Piancó-
Piranhas-Açu.**

Prof. Enéas Neto

ORIENTADOR: Dr. Wilson Fadlo Curi (CTRN / UFCEG)

CO-ORIENTADOR: Dr. Valterlin da Silva Santos (CCJS / UFCEG)

Apoio:

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

INTRODUÇÃO

- Marco regulatório: Lei 9.433/97 (Lei das águas)
 - Institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos – PNRH;
 - Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SNGERH;
 - Institucionaliza a gestão participativa;
 - Democracia representativa;
 - Apresenta muitos desafios para sua implementação.



INTRODUÇÃO

- A Lei 9.433/97:
 - Tem instituído a obrigatoriedade e impulsionado a criação de sistemas de outorga de direito e cobrança pelo uso de recursos hídricos.
 - Instrumentos de controle e execução da PNRH;
 - **OBJETIVO:** Em linhas gerais, visam o uso racional, geração de recursos financeiros e melhorar o gerenciamento dos recursos hídricos.

Apesar da Lei 9.433/97 instituir a obrigatoriedade de tais mecanismos de gestão, um dos problemas centrais de todo o processo repousa na existência de complexas relações políticas e nas especificidades de cada sistema hídrico em relação aos diversos usuários, gerando assim barreiras para a implantação da referida lei.



INTRODUÇÃO

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos, enquanto um dos instrumentos de gestão da PNRH, passou a ser um dos principais mecanismos utilizado pelos estados federativos para gerir seus recursos hídricos.



INTRODUÇÃO

- Os modelos de cobrança pelo uso dos recursos hídricos na implantados:
 - Não vinculam diretamente outorga e cobrança;
 - Ausência ou baixa transparência metodológica;
 - Não refletem:
 - Objetividade;
 - Parcimônia;
 - Completeza (potencial de reajustes a novas situações);
 - Simplicidade.
- Ferramentas complexas:
 - Dificuldades de implantação;
 - Processo lento;



INTRODUÇÃO

Cronograma de implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos



(OCDE, 2017)

INTRODUÇÃO

- Situação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos (ANA, 2018)

Base hidrográfica

Regiões Hidrográficas



Cobrança

Cobrança de UHEs



CBHs interestaduais com cobrança implementada

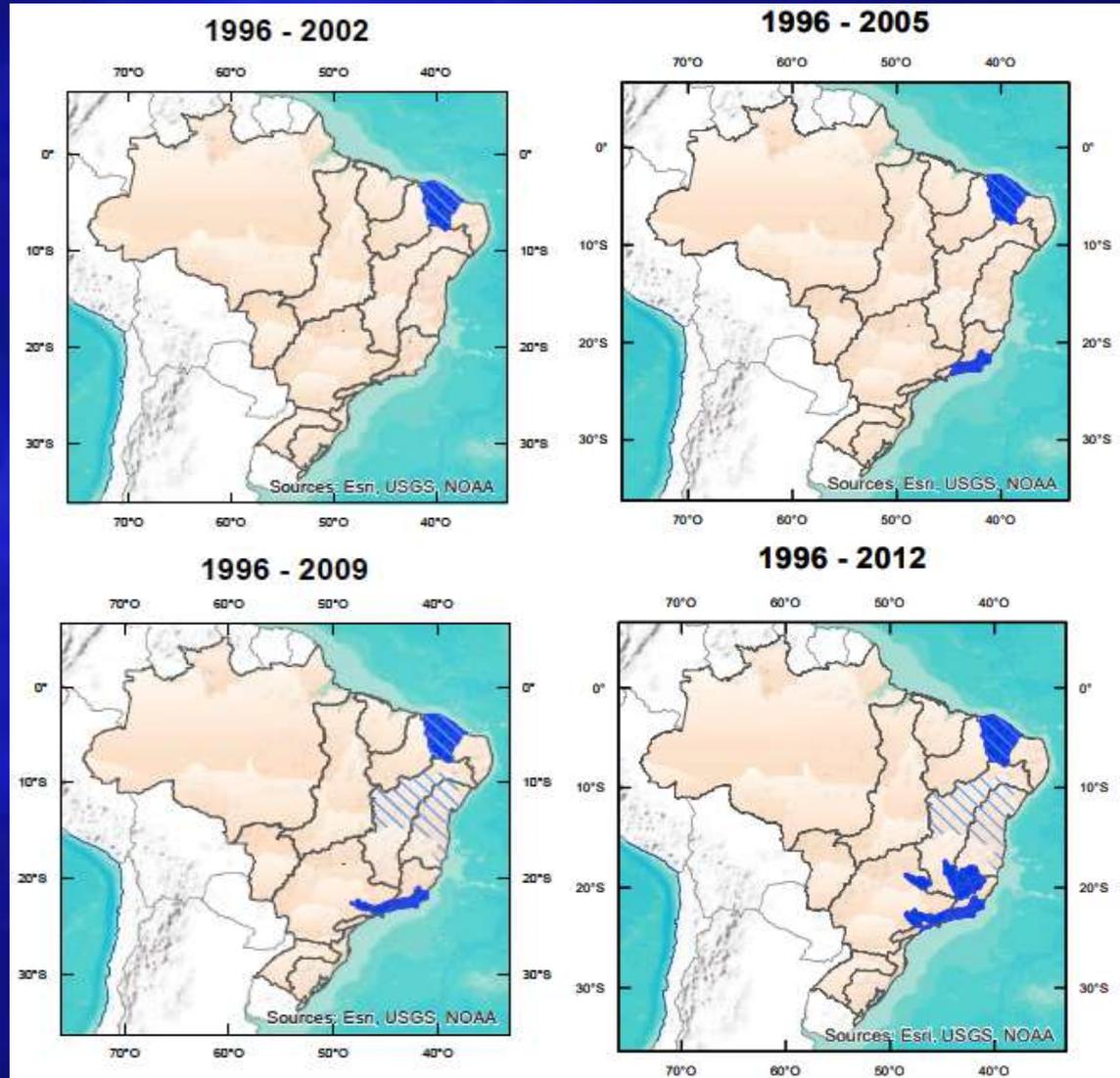


CBHs estaduais com cobrança implementada



INTRODUÇÃO

- Situação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos – Bacias Estaduais (ANA, 2018)



INTRODUÇÃO

- Situação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos (ANA, 2018)

COBRANÇA IMPLEMENTADA

 Bacia estadual com cobrança implementada

Cobrança em implementação

 Governador aprovou a cobrança

 CERH aprovou a cobrança

 CBH estadual propôs a cobrança ao CERH

No CE, SP e PB, além da aprovação pelo Conselho, há necessidade de um Decreto do Governador

Tarifa pelo serviço de fornecimento de água bruta

 Instituída na BA e CE

Taxa de fiscalização pelo uso de recursos hídricos

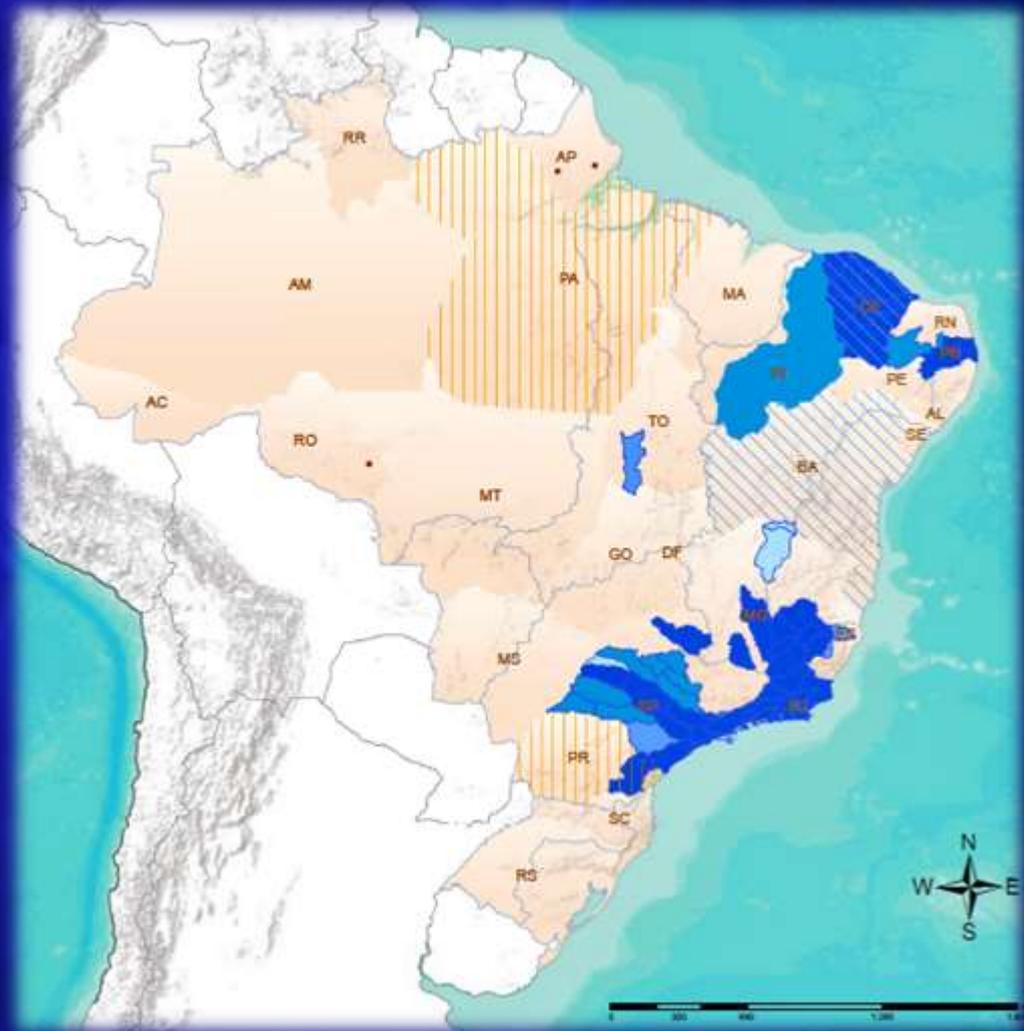
 Instituída no DF e PA e PR

Divisões Territoriais

 Divisão Hidrográfica Nacional

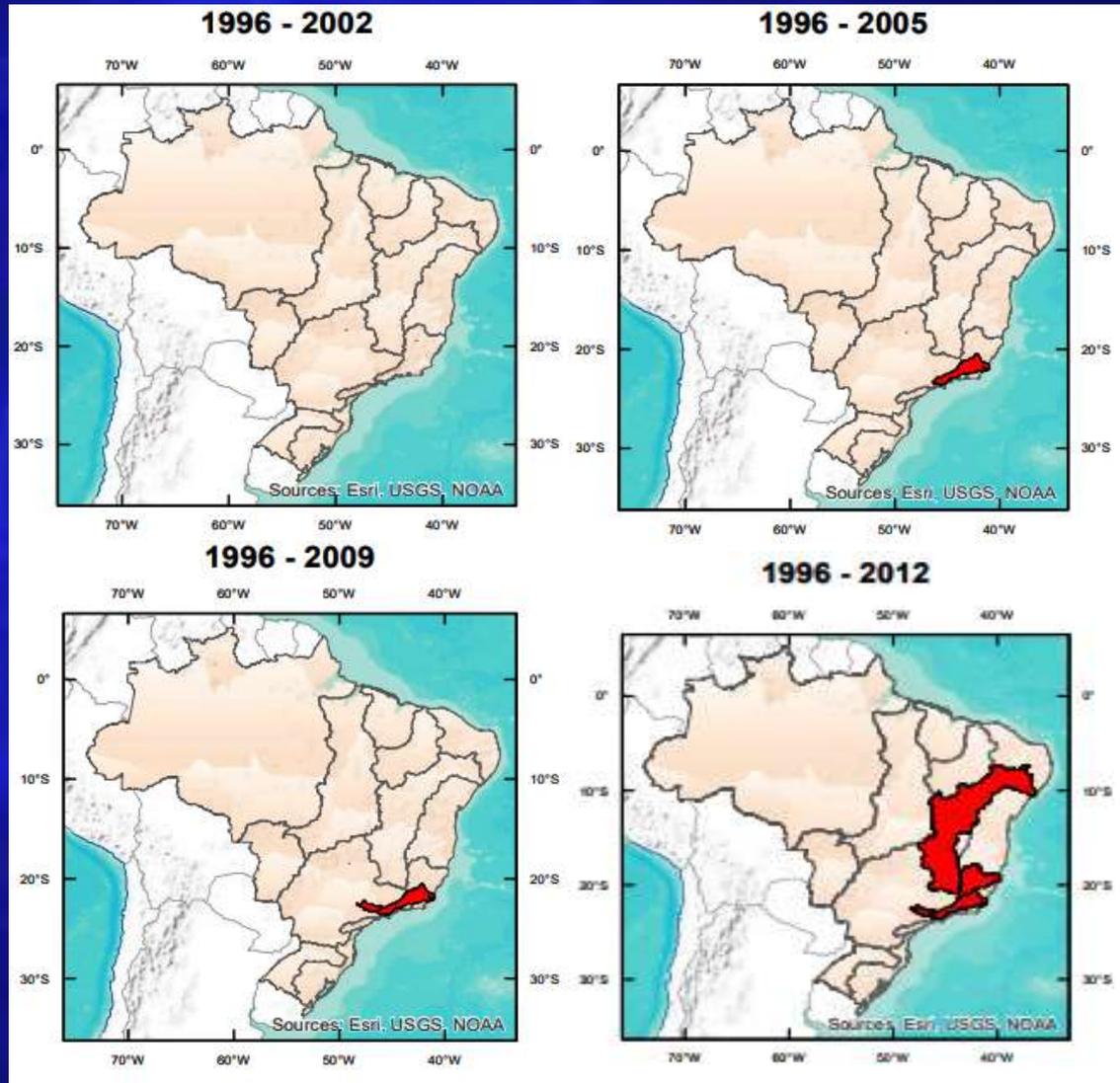
 Estados

Atualizado em: 11/05/2017



INTRODUÇÃO

- Situação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos – Bacias Federais (ANA, 2018)



INTRODUÇÃO

- Situação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos (ANA, 2018)

COBRANÇA IMPLEMENTADA

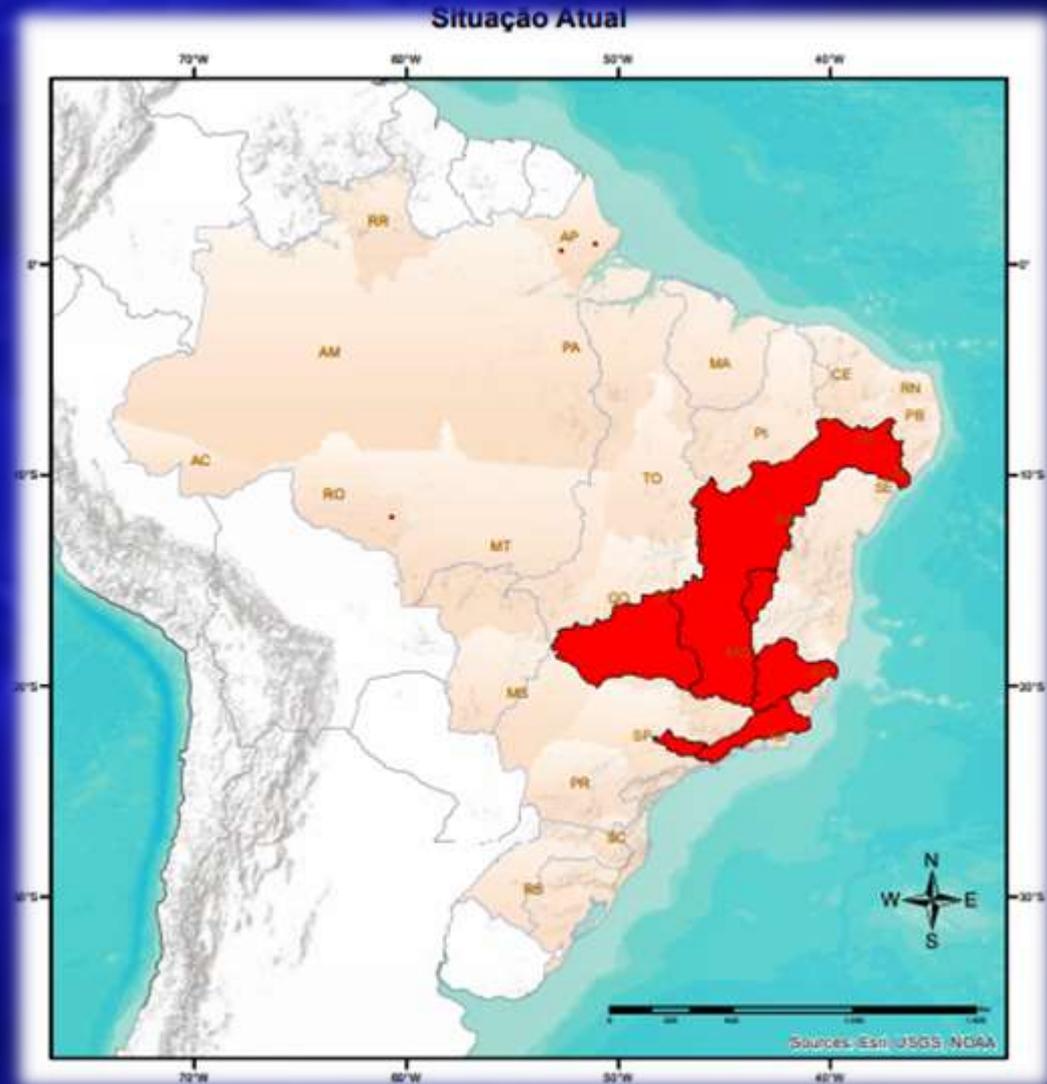
 Bacia interestadual com cobrança implementada

Divisões Territoriais

 Divisão Hidrográfica Nacional

 Estados

Atualizado em: 17/03/2017



INTRODUÇÃO



- Interdisciplinaridade da PROPOSTA:



Ambiental

- Gestão dos recursos hídricos;
- Uso mais racional da água.



Social

- Distribuição dos recursos hídricos na região;
- Diversos Usos.



Técnica

- Análise de dados hidroclimáticos e hidroagrícolas.



Econômica

- Valor monetário a ser cobrando pelo uso dos recursos hídricos.



INTRODUÇÃO

- **Objetivo geral:**

- Elaborar um modelo que vincule outorga de direto e cobrança pelo uso dos recursos hídricos superficiais capaz de induzir ao uso mais racional da água em um sistema de recursos hídricos controlado por reservatórios e verificar a viabilidade de sua aplicação.



COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

- A COBRANÇA:
 - Desempenhado um **papel importante** na busca por **eficiência** no processo de **gestão dos recursos hídricos**. A partir do momento que esse tipo de instrumento tem como prerrogativa a **redução dos desperdícios e o controle mais efetivo dos níveis de qualidade e quantidade disponíveis**, ele se torna de grande importância para a manutenção do estoque hídrico, pois além de **estimular o uso racional**, pode angariar **fundos para impulsionar e manter programas e políticas** públicas voltadas para a ampliação dos níveis de eficiência da gestão.



COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

- De acordo com a Lei 9.433/97:
 - “I - reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor”;
 - II – “incentivar a racionalização do uso da água”; e
 - III – “obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos”.



COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

- Com base na Lei 9.433/97 o processo deve levar em consideração:
 - “I - nas derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação”;
 - “II - nos lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do afluyente”



COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

Valor da cobrança = Base de cálculo x Preço unitário x Coeficientes

COMPONENTE

DESCRIÇÃO

Valor da cobrança

Valor financeiro total correspondente à Cobrança pelo uso de recursos hídricos.

Base de cálculo

Visa a quantificar o volume utilizado de água para captação, consumo, lançamento (e/ou diluição) e transposição.

Preço unitário

Define o valor financeiro unitário de determinado volume de uso da água, com base nos objetivos do instrumento da Cobrança.

Coeficientes

Visa adaptar os mecanismos definidos a objetivos, particularidades da bacia, ou usos específicos.

Quadro 4 – Estrutura básica dos mecanismos de cobrança pelo uso dos recursos hídricos
Fonte: ANA (2014, p. 37)



COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL



Quadro 5 - Equações praticadas por cada bacia hidrográfica interestadual para a cobrança total pelo uso dos recursos hídricos.

Bacia Hidrográfica	Equação básica da Cobrança pelo uso dos recursos hídricos
São Francisco	$\text{Valor}_{\text{total}} = (\text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{cons}} + \text{Valor}_{\text{DBO}} + \text{Valor}_{\text{aloc ext}}) \times K_{\text{gestão}}$
PCJ	$\text{Valor}_{\text{total}} = (\text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{cons}} + \text{Valor}_{\text{DBO}} + \text{Valor}_{\text{PCH}} + \text{Valor}_{\text{transp}}) \times K_{\text{gestão}}$
Paraíba do Sul	$\text{Valor}_{\text{total}} = (\text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{cons}} + \text{Valor}_{\text{DBO}} + \text{Valor}_{\text{PCH}} + \text{Valor}_{\text{transp}}) \times K_{\text{gestão}}$
Doce	$\text{Valor}_{\text{total}} = (\text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{lanç}} + \text{Valor}_{\text{PCH}} + \text{Valor}_{\text{transp}}) \times K_{\text{gestão}}$
Parnaíba	$\text{Valor}_{\text{total}} = (\text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{lanç}}) \times K_{\text{gestão}}$
Verde Grande	$\text{Valor}_{\text{total}} = (\text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{cons}} + \text{Valor}_{\text{DBO}}) \times K_{\text{gestão}}$

COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL



- A cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Estado da Paraíba – PB:
 - Regulamentada em 2012 através de Decreto Nº 33.613;
 - Em 2015 já havia implementado a cobrança em todas unidades de gestão, com exceção das unidades pertencentes a BHRPPA.
- No que diz respeito ao modelo de cobrança pelo uso dos recursos hídricos estabelecido no Art. 5 do Decreto nº 33.613/12, este é composto dos seguintes elementos:

$$VT = k \times P \times Vol.$$

Sendo:

VT o valor total anual a ser cobrado em R\$; “k” o conjunto de coeficientes de características específicas (adimensional); “P” o preço unitário para cada tipo de uso (R\$/m³); e “Vol” o volume anual outorgado em metros cúbicos.

MODELO DE COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS PROPOSTO

- Principais críticas ao longo da literatura especializada:
 1. *O caráter meramente arrecadatório enquanto objetivo principal* (HARTMANN, 2010);
 2. *A baixa capacidade de suprir financeiramente o sistema de gestão da bacia*, (HARTMANN, 2010); (SOUSA, ASSIS E VIEIRA, 2015); (FINKLER *et al.*, 2015), (BERNARDES; BROCH, 2015) e (GAMA ENGENHARIA, 2016).



MODELO DE COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS PROPOSTO

- Principais críticas ao longo da literatura especializada:

3. A ausência de efeito incitativo da cobrança ao uso racional (HARTMANN, 2010); (ANA, 2014) e (ACSELRAD; AZEVEDO; FORMIGA-JOHNSSON, 2015);

4. A relação entre a escassez dos recursos hídricos e seus efeitos sobre as outorgas e a cobrança (THOMAS, 2002) e (GAMA ENGENHARIA, 2016);

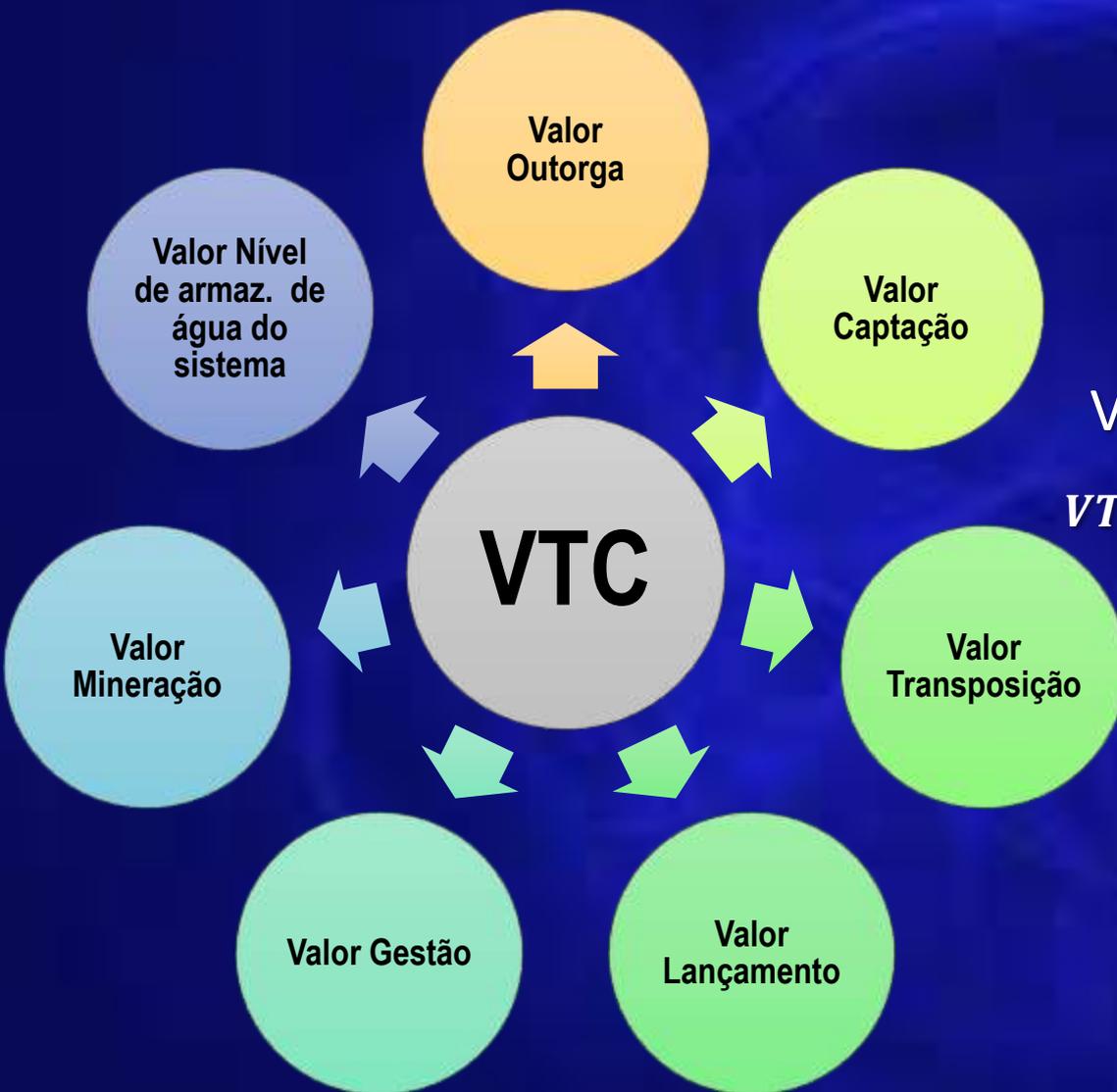


MODELO DE COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS PROPOSTO

- Principais críticas ao longo da literatura especializada:
 - **5. A baixa aceitabilidade pública e política, reduzida simplicidade conceitual, ausência de transparência, dificuldades na implantação e operação das metodologias** (MAGALHÃES *et al.*, 2003) e (DIAS; BARROS; SOUZA, 2010).



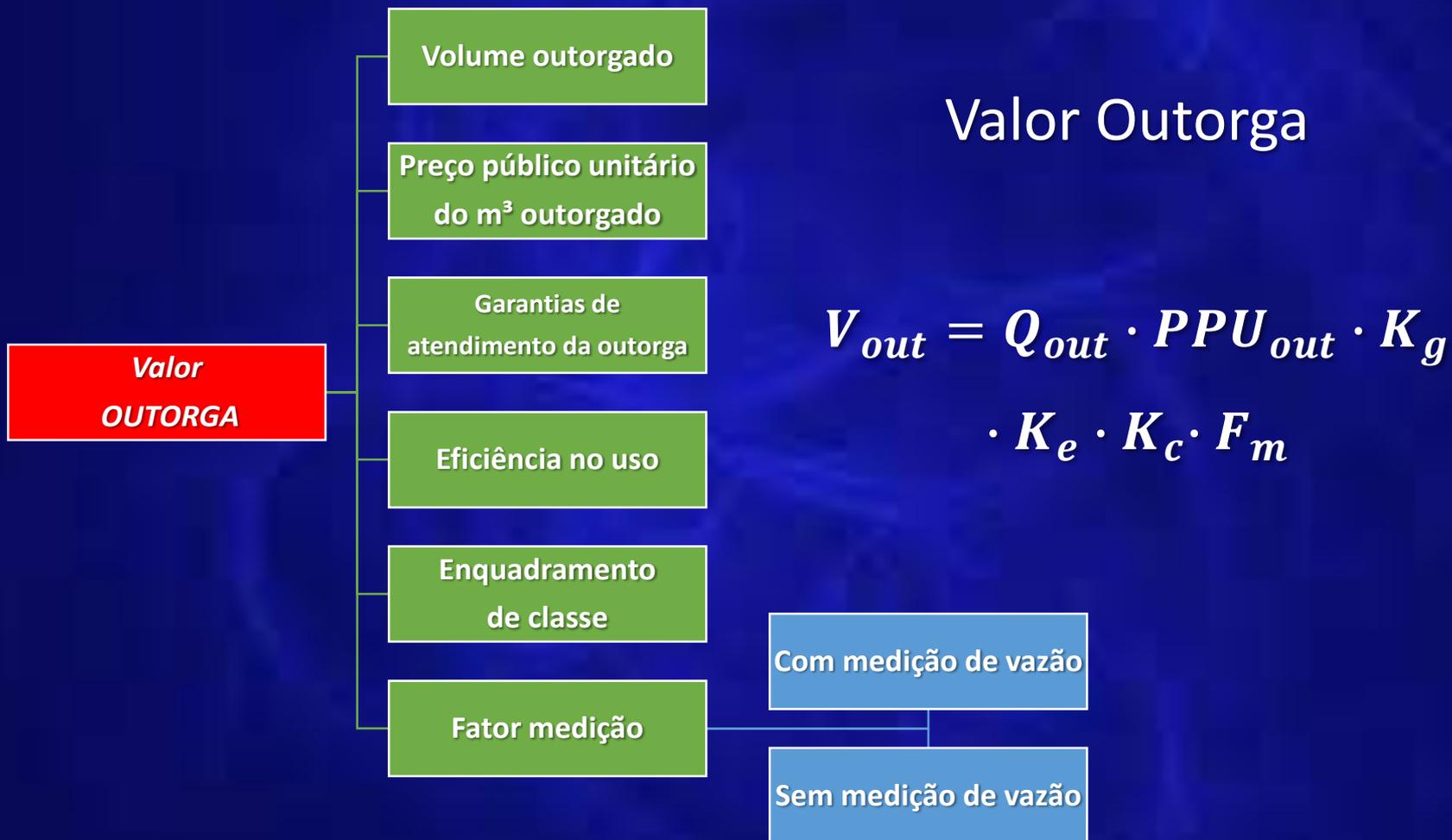
MODELO DE COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS PROPOSTO



Valor Total da Cobrança – VTC

$$VTC = V_{out} + V_{cap} + V_{tra} + V_{lan} + V_{ges} + V_{min} + V_{na}$$

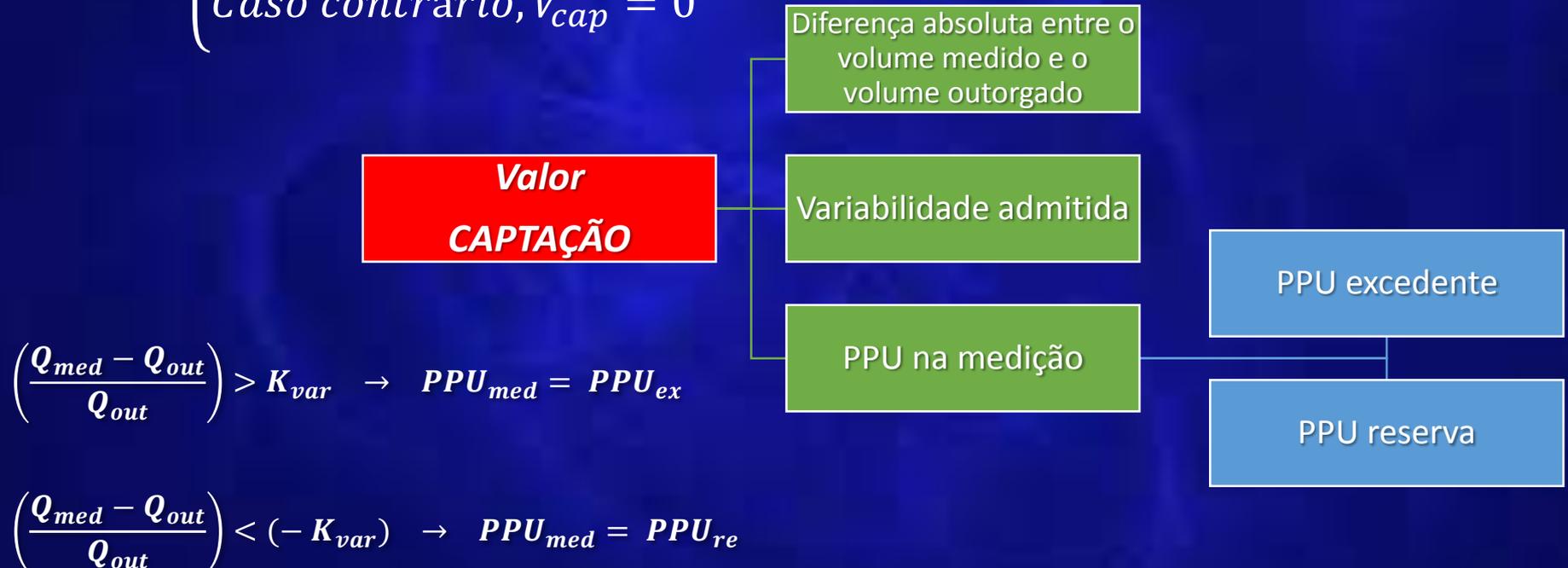
MODELO DE COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS PROPOSTO



MODELO DE COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS PROPOSTO

Valor Captação

$$V_{cap} = \begin{cases} (|Q_{med} - Q_{out}| - [Q_{out} \cdot K_{var}]) \cdot PPU_{med}; & \text{se } \left| \frac{Q_{med} - Q_{out}}{Q_{out}} \right| > K_{var} \\ \text{Caso contrário, } V_{cap} = 0 \end{cases}$$

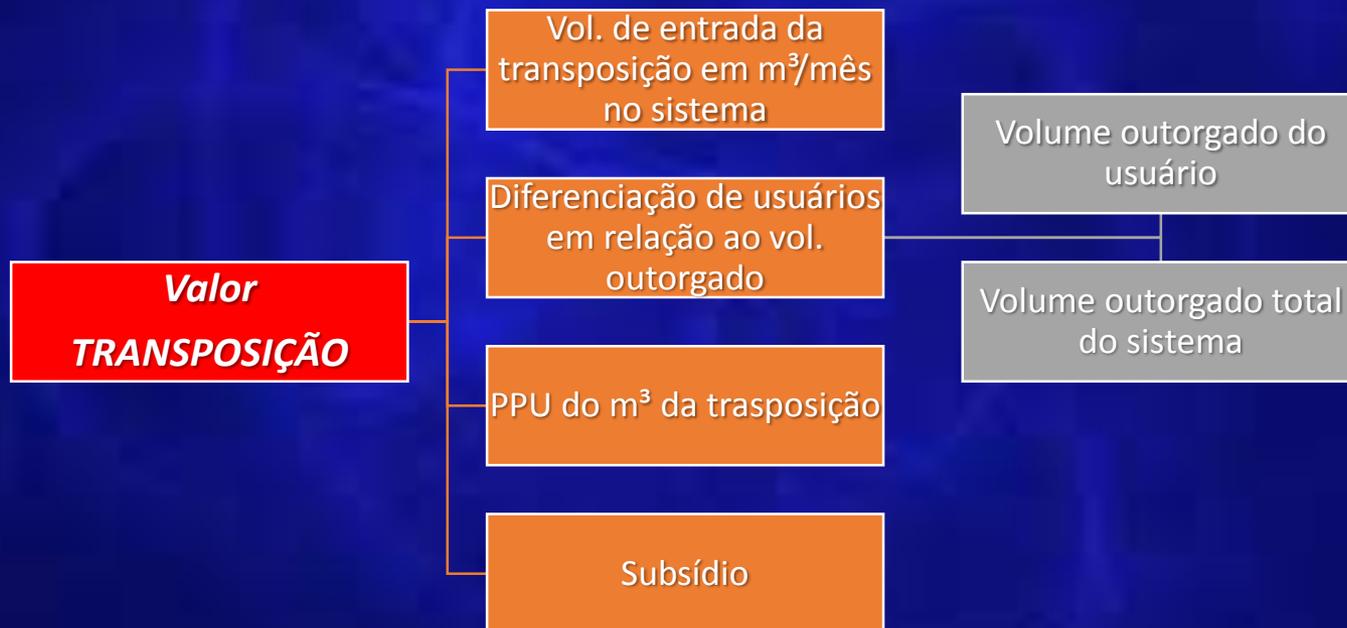


MODELO DE COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS PROPOSTO

Valor Transposição

$$V_{tra} = (Q_{tra} \cdot K_u) \cdot (PPU_{tra} - Sub)$$

$$K_U = \frac{Q_{out_i}}{Q_{out_n}}$$



MODELO DE COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS PROPOSTO

Valor Lançamento

$$V_{lan} = (C_{DBO} \cdot Q_{out}) \cdot PPU_{lan} \cdot K_c$$

(VIANA, 2011)

**Valor
LANÇAMENTO**

Concentração de DBO

Vol. outorgado para o lançamento

PPU do lançamento

Enquadramento de classe

MODELO DE COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS PROPOSTO

Valor Gestão

$$V_{ges} = \left(\frac{F_g \cdot (VPL_{inv} - ARREC_{LIQ}_{t+1})}{n} \right) \cdot K_u$$

$$K_U = \frac{Q_{out_i}}{Q_{out_n}}$$

**Valor
GESTÃO**

Participação % dos usuários nos investimentos previstos

VPL dos investimentos previstos

Saldo líquido da arrecadação

Nº de meses considerados no cálculo do VPL

Diferenciação de usuários em relação ao vol. outorgado

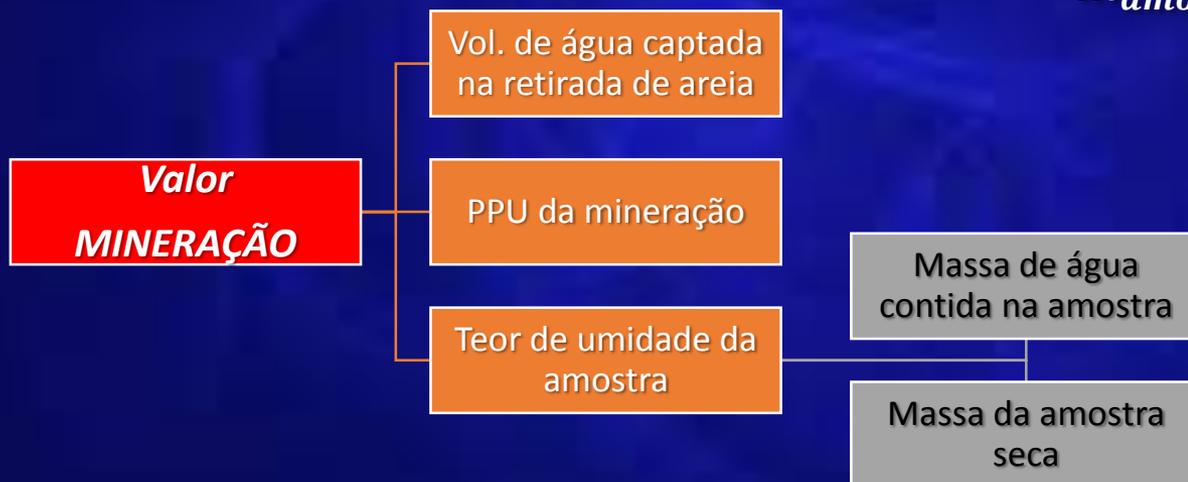
MODELO DE COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS PROPOSTO

Valor Mineração

$$V_{min} = Q_{are} \cdot PPU_{min} \cdot U$$

$$U = \frac{m_{\text{água contida na amostra}}}{m_{\text{amostra seca}}} \cdot 100$$

(CBHSF, 2017)



MODELO DE COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS PROPOSTO

- Valor Nível de Armazenamento de Água do Sistema:

- Quando não houver medição de vazão e a garantia do sistema for igual a 100%:

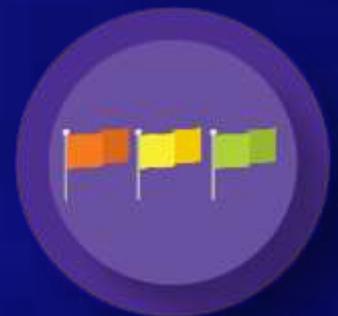
$$V_{na} = B_{na} \cdot Q_{out}$$

- Quando não houver medição de vazão e a garantia do sistema menor do que 100%;

$$V_{na} = B_{na} \cdot Q_{for}$$

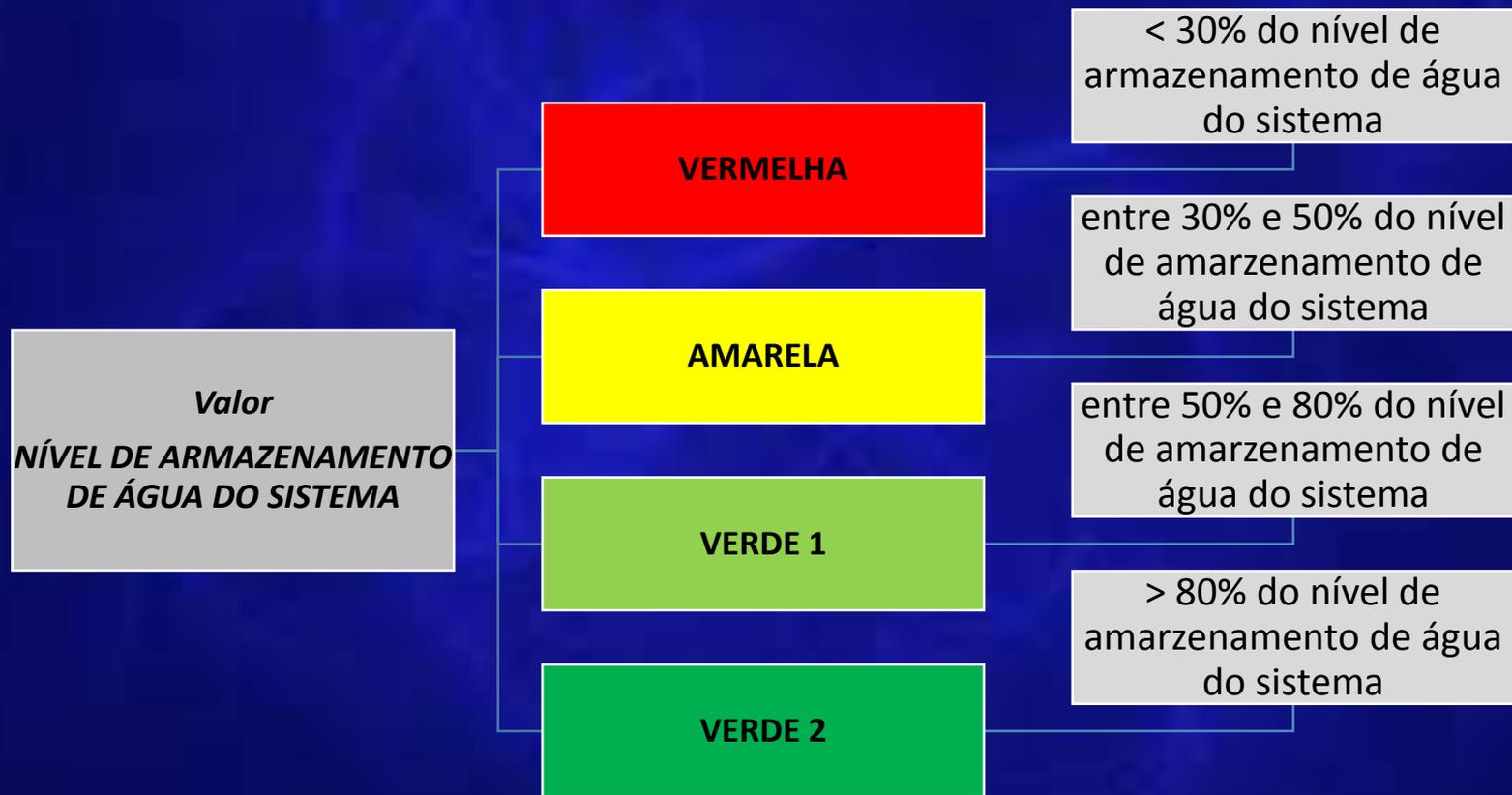
- Quando houver medição de vazão;

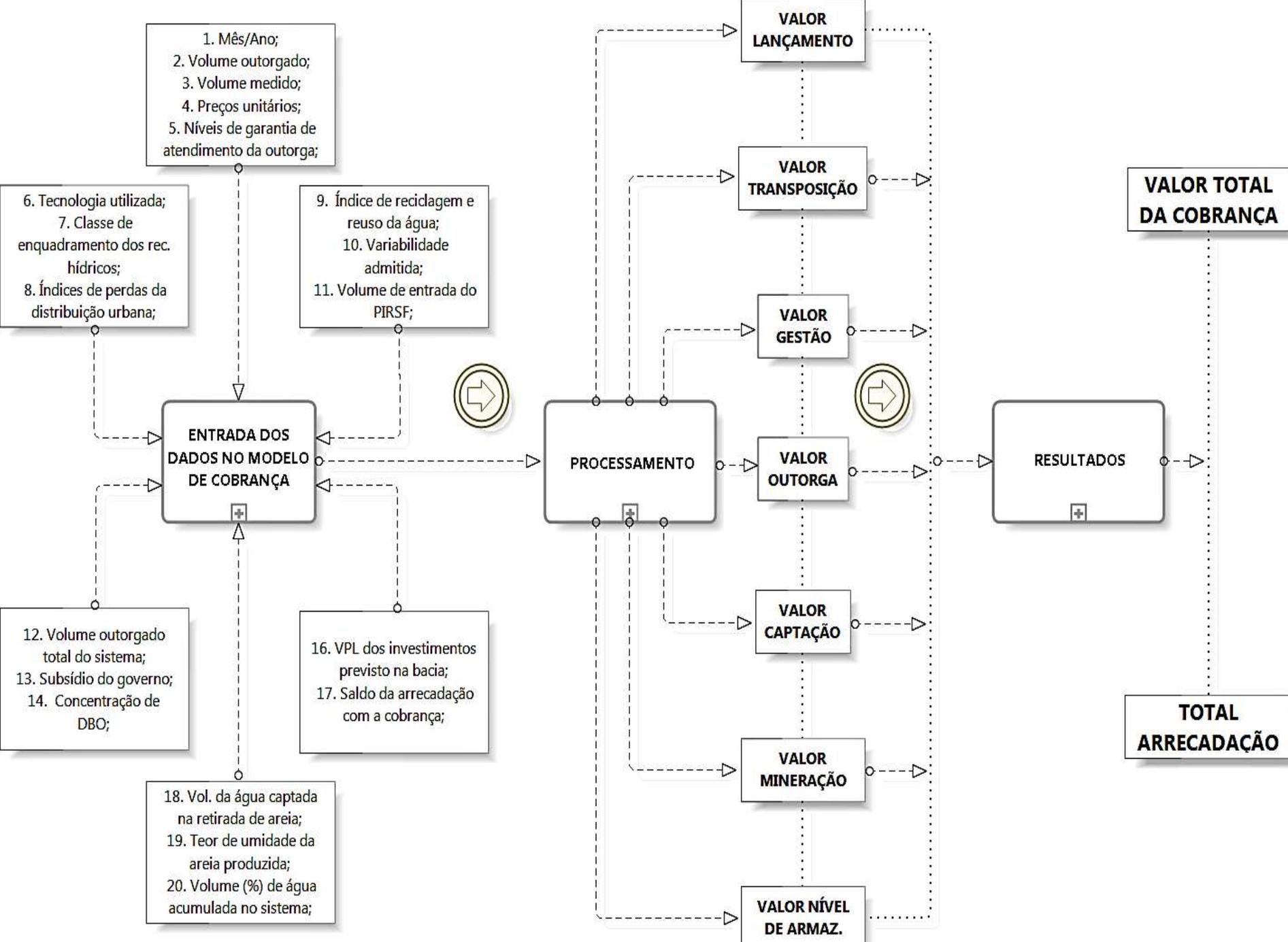
$$V_{na} = B_{na} \cdot Q_{med}$$

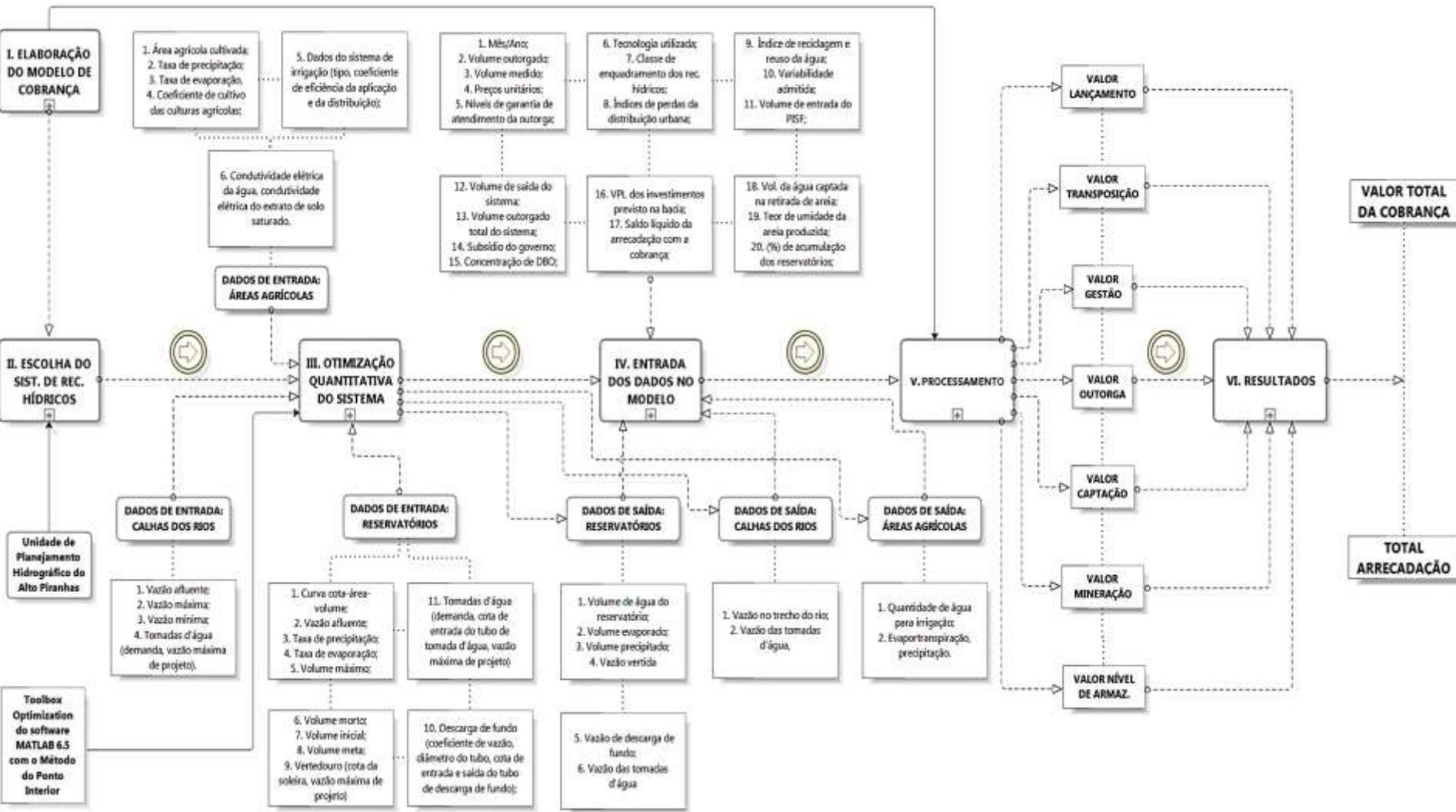


MODELO DE COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS PROPOSTO

Valor Nível de Armazenamento de Água do Sistema:







PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

- O caso em estudo: recorte espacial e caracterização.



Figura 17 – Localização da BHRPA
Fonte: ANA (2014b)



Figura 16 - A Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental - RHNO e suas 23 unidades hidrográficas (Sub-2)
Fonte: ANA (2010)

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

- O caso em estudo: recorte espacial e caracterização.

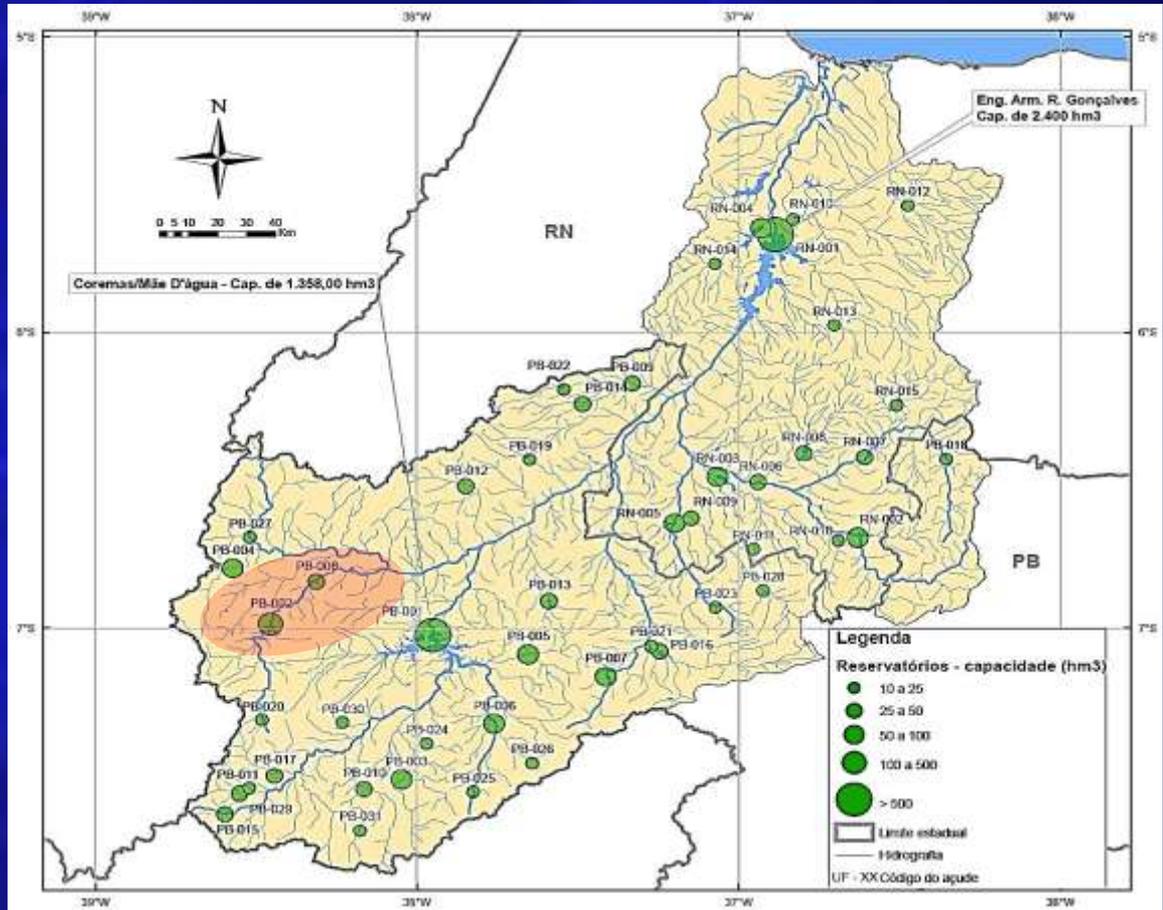
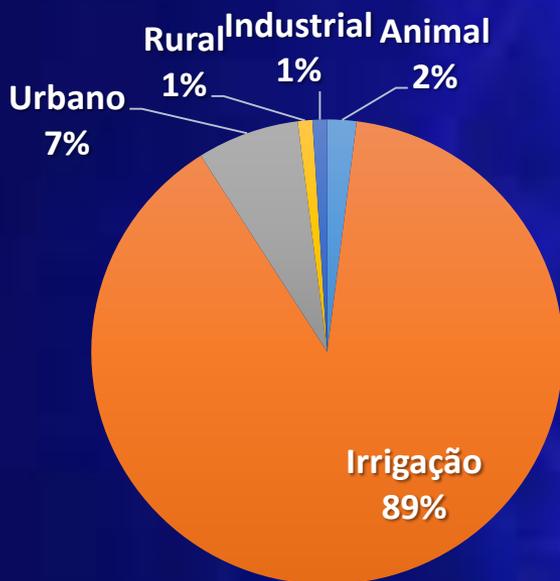


Figura 18 – Principais reservatórios localizados na BHRPA e na UHPAP.

Fonte: ANA (2010)

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

- O caso em estudo: recorte espacial e caracterização.



■ Animal ■ Irrigação ■ Urbano ■ Rural ■ Industrial

Gráfico 03 - Distribuição percentual das demandas estimadas na bacia.

Fonte: ANA (2010).

Quadro 6 - Vazões de retirada (demanda), de retorno e de consumo, em m³/s e para usos consuntivos.

Uso	Demandas estimadas (m ³ /s)		
	Retirada	Consumo	Retorno
Animal	0,59	0,47	0,12
Irrigação	29,79	23,83	5,96
Urbano	2,43	0,49	1,94
Rural	0,40	0,20	0,20
Industrial	0,47	0,09	0,38
Total	33,68	25,08	8,60

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

- O caso em estudo: recorte espacial e caracterização.

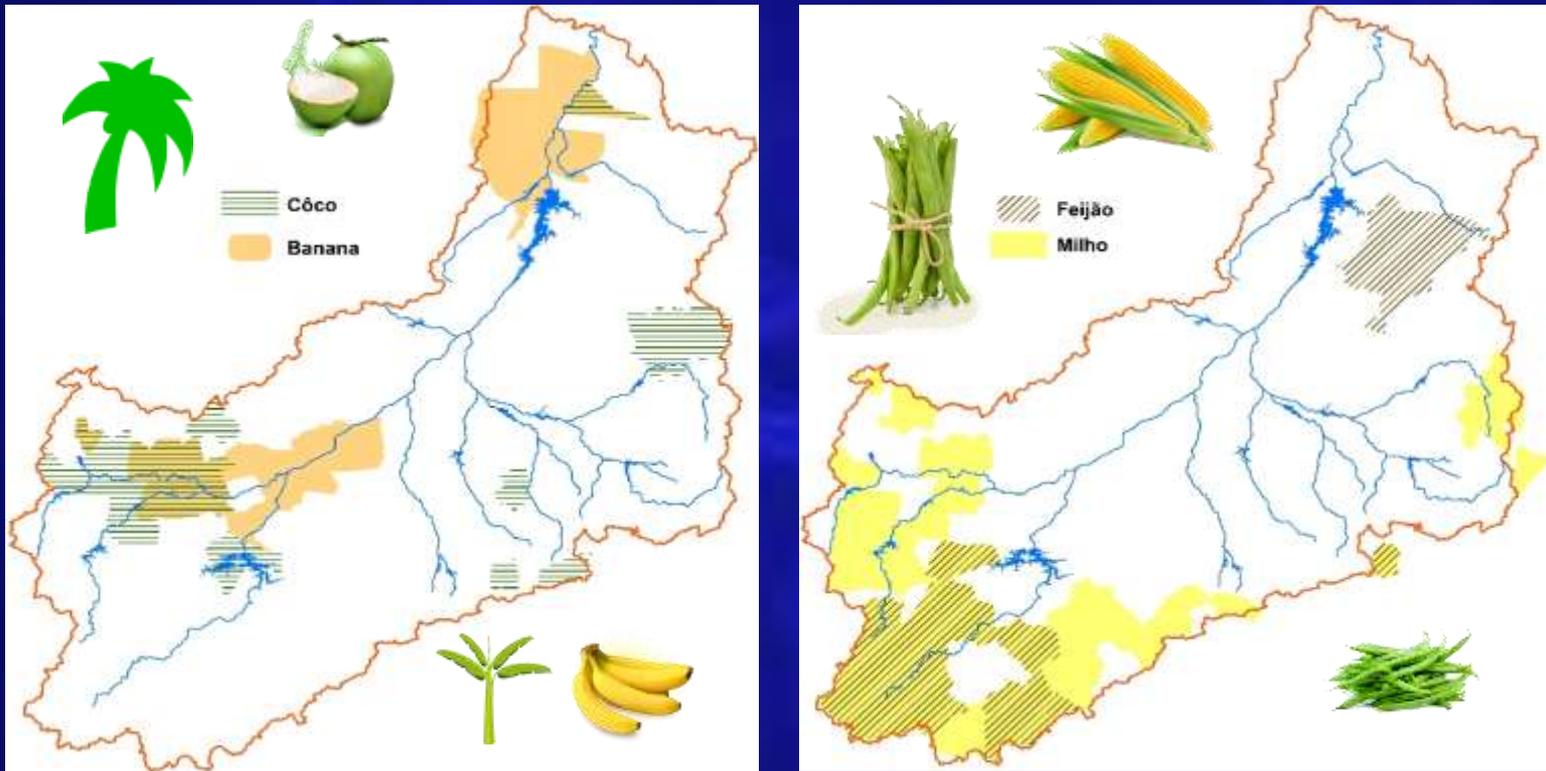


Figura 20 – Principais municípios produtores de culturas agrícolas temporárias e permanentes

Fonte: ANA (2016)

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

- O caso em estudo: recorte espacial e caracterização.

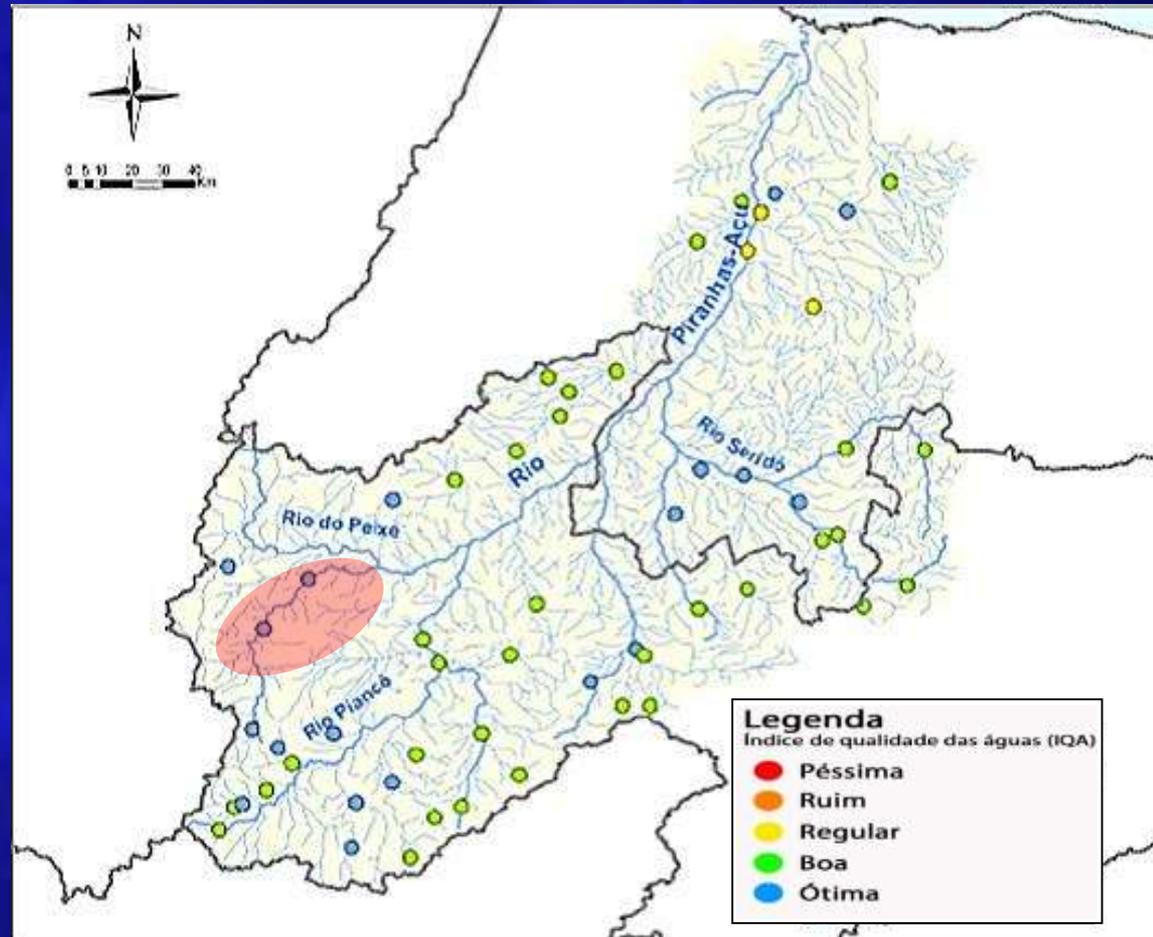


Figura 21 – Índice de Qualidade das Águas na BHRPA
Fonte: ANA (2010)

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

- Descrição do Sistema Estudado

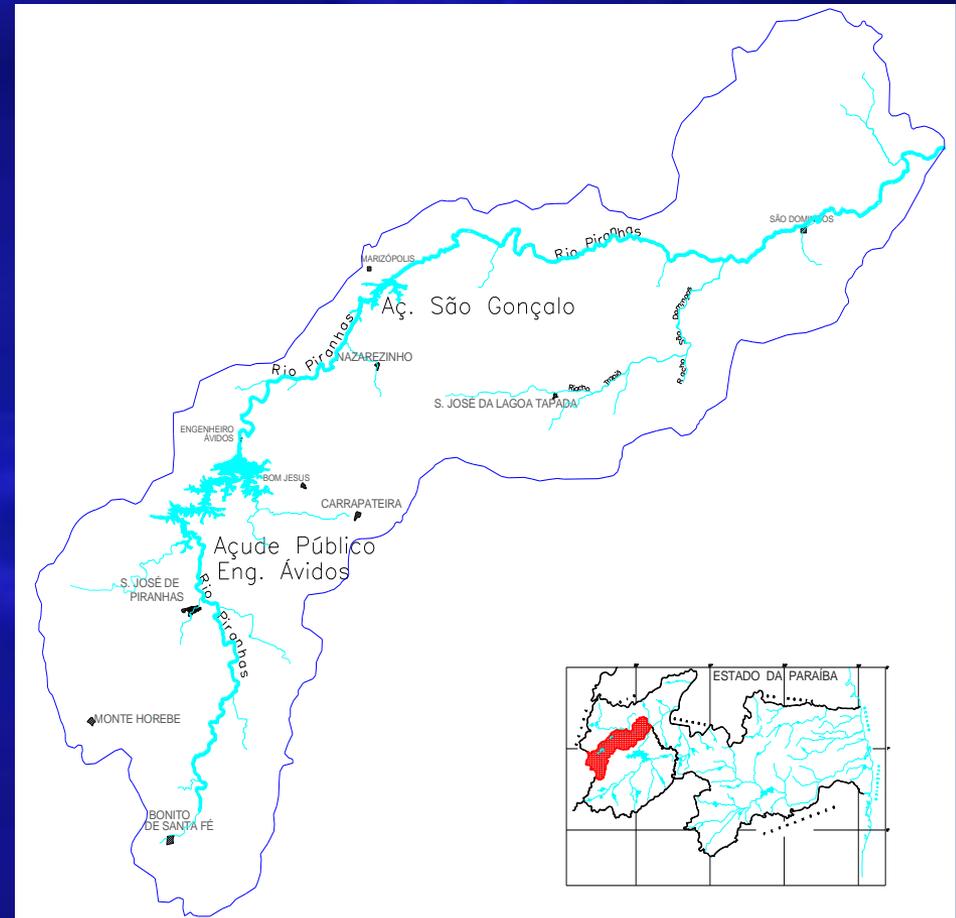
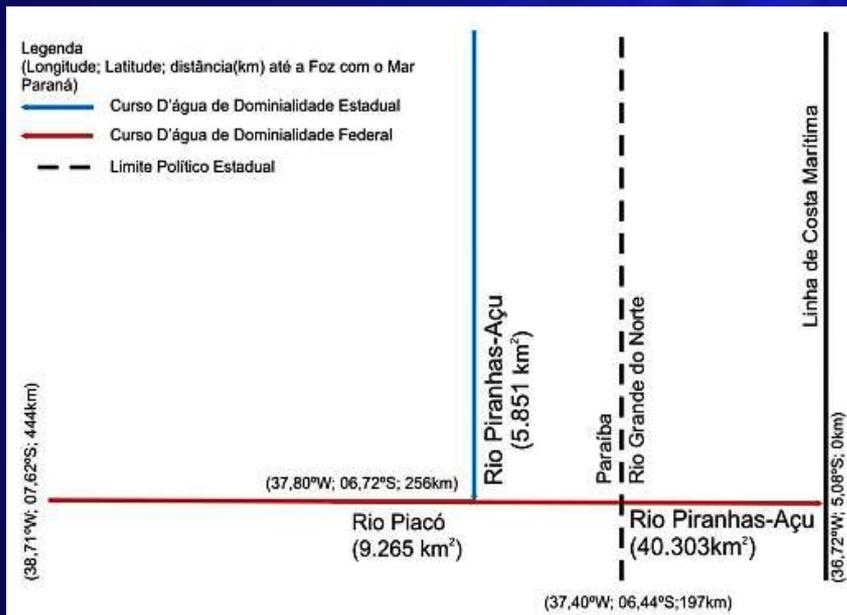


Figura 23 - Dominalidade do Rio Piacó-Piranhas-Açu.

Fonte: Nota Técnica nº019/2004/NGI/ANA.

Figura 22 – Unidade de Planejamento Hidrológico do Alto Piranhas - UPHAP.

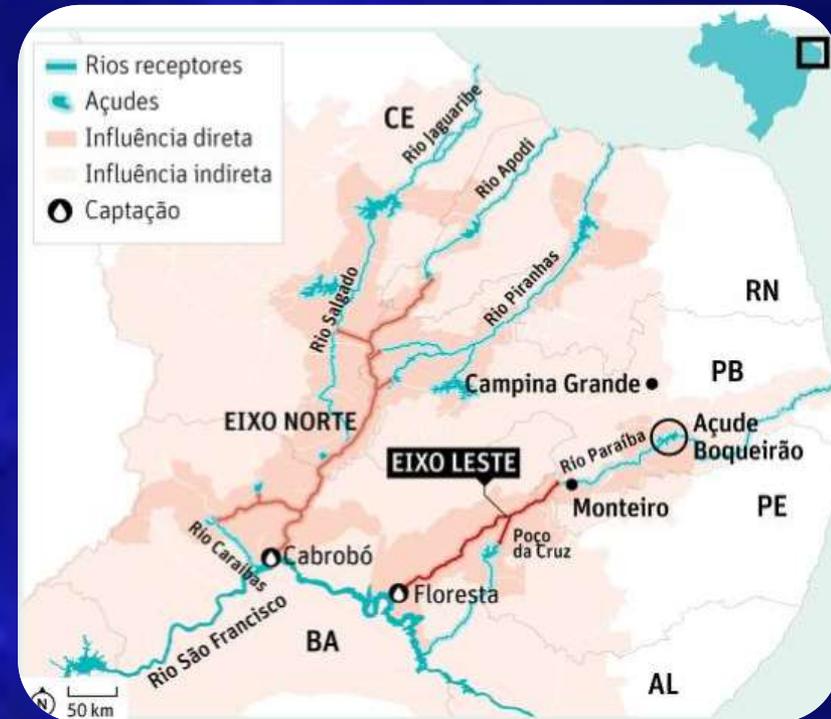
Fonte: Adaptado de SCIENTEC (1997)

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

- Descrição do Sistema Estudado
 - A UPHAP é apenas 1 das 12 sub-bacias da BHRPPA;
 - Para cálculo da componente V_{tra} , do modelo de cobrança pelo uso dos recursos hídricos proposto considerou-se apenas o volume de águas da transposição do Rio São Francisco efetivamente utilizado pelo sistema de recursos hídricos analisado. Assim:

$$Q_{tra} = (Q_{tra_ent} - Q_{saída})$$

- Logo, quando $Q_{saída} > Q_{tra_ent}$, então $V_{tra} = 0$



PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

- Dados do sistema estudado

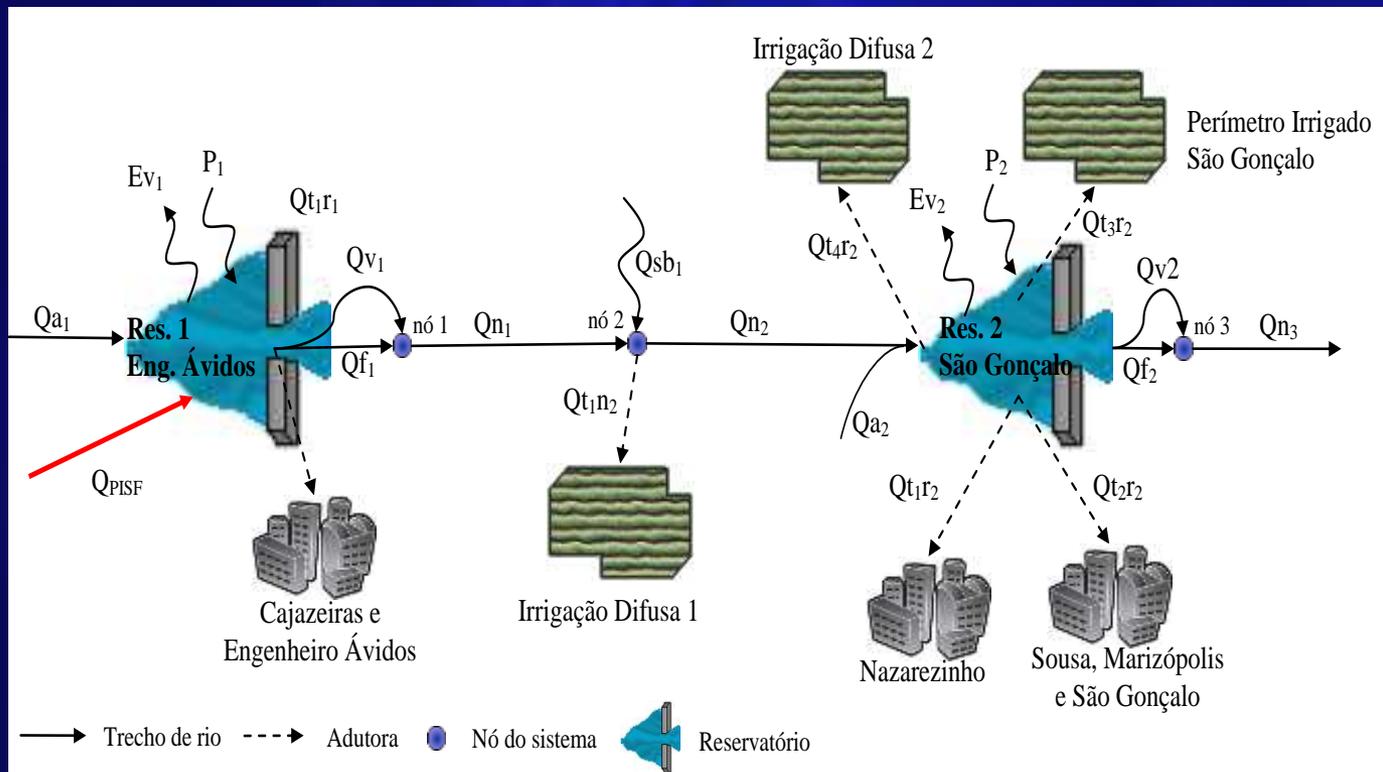


Figura 24 – Layout do sistema estudado.
Fonte: O autor

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Outorgas de direto de uso emitidas

Tabela 12 - Valor da vazão outorgada para o abastecimento dos núcleos urbanos.

Núcleos urbanos	Vazão outorgada (m ³ /h)
Cajazeiras - PB e distrito de Engenheiro Ávidos	663,16
Sousa - PB, Marizópolis - PB e o distrito de São Gonçalo	573,98
Nazarezinho – PB	25,85

Fonte: (ANA, 2017)

Tabela 13 - Número de outorgas das áreas agrícola difusas.

Área agrícola	Número de outorgas
Irrigação difusa 1	14
Irrigação difusa 2	63

Fonte: ANA (2017), AESA (2017)

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

- Modelo de Otimização Multiobjetivo:
 - Baseado em programação linear;
 - Método do Ponto Interior para a busca da solução ótima;
 - Variáveis hidroclimáticas e hidroagrícolas, como também outras variáveis (demandas hídricas, características físicas dos componentes etc.) identificadas no estudo do sistema hídrico
- Objetivo:
 - Otimizar os múltiplos usos de um sistema de reservatórios, com a implantação ou melhoramento da operação de um ou mais perímetros irrigados
- No caso em tela:
 - Considerado apenas o sistema de Rios/Reservatórios e as tomadas d'água (Outorgas)

Função Objetivo



$$\min \left(\frac{D - Q_{\text{for}}}{D} \right)^2$$

Sendo:

“D” o volume outorgado; e

“Q_{for}” o volume fornecido. O “Q_{for}” é gerado pelo modelo;

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS



- Método das Ponderações:
 - Na qual cada função objetivo é normalizada, sendo atribuídos pesos para definir as prioridades de atendimento (quando o peso for nulo a função objetivo não será considerada no processo de otimização).
 - No estudo, os objetivos considerados e as prioridades (em ordem crescente) de atendimento, em todos os cenários, são:
 - Atendimento da demanda de abastecimento urbano;
 - Atendimento das demandas agrícolas; e o
 - Atendimento do volume meta dos reservatórios.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

- Para o Abastecimento Urbano, o $Q_{med} = Q_{out}$;
- Para a Irrigação, o Q_{med} foi estimado;
- Para o PISG, a demanda hídrica também foi estimada.



Quadro 9 – Situações e cenários estudados

Situação/Cenário	Cenário 1 Sem transposição PIRSF	Cenário 2 Com transposição PIRSF
Situação 1 Sem medição de vazão	S1-C1	S1-C2
Situação 2 Com medição de vazão	S2-C1	S2-C2

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS



- Os critérios operacionais idealizados para todos os cenários e situações observaram os seguintes pressupostos:
 - a) O período de estudo corresponde a 10 (dez) anos, iniciando o processo de otimização no mês de janeiro de 2007;
 - b) O volume de água inicial dos reservatórios Engenheiro Ávidos e São Gonçalo foram estabelecidos como sendo 62% e 51%, respectivamente, da capacidade dos mesmos, correspondente ao volume de água do dia 1 de janeiro 2007 segundo dados da AESA.
 - c) O volume de água dos reservatórios, ao final do período de estudo, deve ser maior ou igual ao volume de água do dia 01 de janeiro de 2012 (antes do período seco).
 - d) O volume meta dos reservatórios, em todos os meses, foi considerado igual à capacidade dos mesmos;

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS



- Os critérios operacionais idealizados para todos os cenários e situações observaram os seguintes pressupostos:
 - e) As capacidades das tomadas d'água destinadas foram consideradas iguais as suas respectivas demandas.
 - f) O reservatório São Gonçalo não tem um sistema de descarga de fundo, sendo sua construção prevista antes da chegada da vazão do PISRF, sendo nesse caso, considerado apenas no cenário C2.
 - g) Segundo o Plano Diretor da BHRPPA (2016) a vazão firme do PIRSF esperada para o sistema é de cerca $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$ (ANA, 2016).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

- Seleção dos usuários para a apresentação dos resultados:

1. Abastecimento urbano:

- Com outorga de 663,16 m³/h, durante um período de 24h/dia nos 365 dias do ano, e ponto de captação no reservatório Engenheiro Ávidos;

2. Irrigante_A:

- Irrigação localizada por microaspersão, com ponto de captação difuso localizado no leito do Rio Piranhas no trecho compreendido entre os reservatórios de Engenheiro Ávidos e São Gonçalo.
- Vazão outorgada: 29,8 m³/h,
- Tempo/Período: 14,5 h/dia nos 365 dias do ano;
- Cultura: coco do tipo anão;
- Área aproximada: 06 hectares.

3. Irrigante_B:

- Tecnologia de irrigação utilizada é aspersão convencional com captação no reservatório de São Gonçalo
- Vazão outorgada: 17,5 m³/h;
- Tempo/Período: 2h/dia em 8 dias/mês;
- Cultura: banana;
- Área aproximada: 0,5 hectares.



RESULTADOS E DISCUSSÃO



- Processo de otimização quantitativa do sistema de recursos hídricos:
 - As vazões outorgadas para o abastecimento dos núcleos urbanos são atendidas no período estudado sem apresentar falhas em todos os cenários e situações estudadas.
 - As vazões outorgadas e as demandas estimadas dos irrigantes no leito do Rio Piranhas e no entorno do reservatório São Gonçalo também são atendidas sem apresentar falhas em todos os cenários e situações estudadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO



- Processo de otimização quantitativa do sistema de recursos hídricos

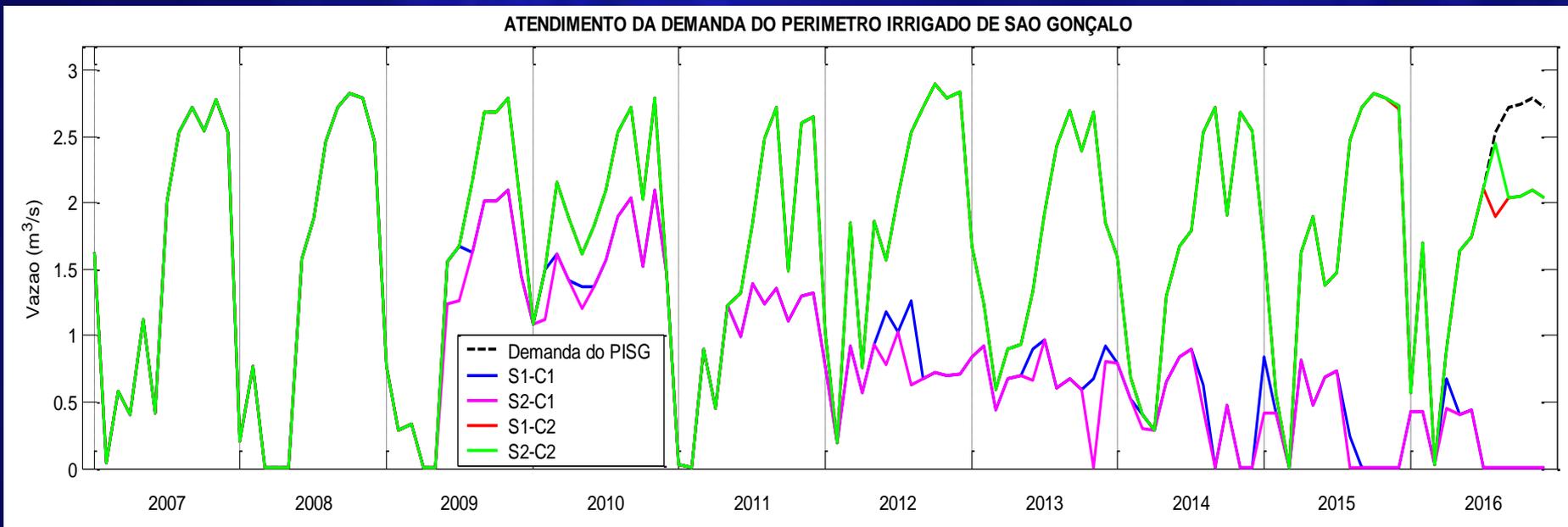


Gráfico 4 - Atendimento da demanda do PISG

Fonte: O autor

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Processo de
otimização
quantitativa
do sistema de
recursos
hídricos

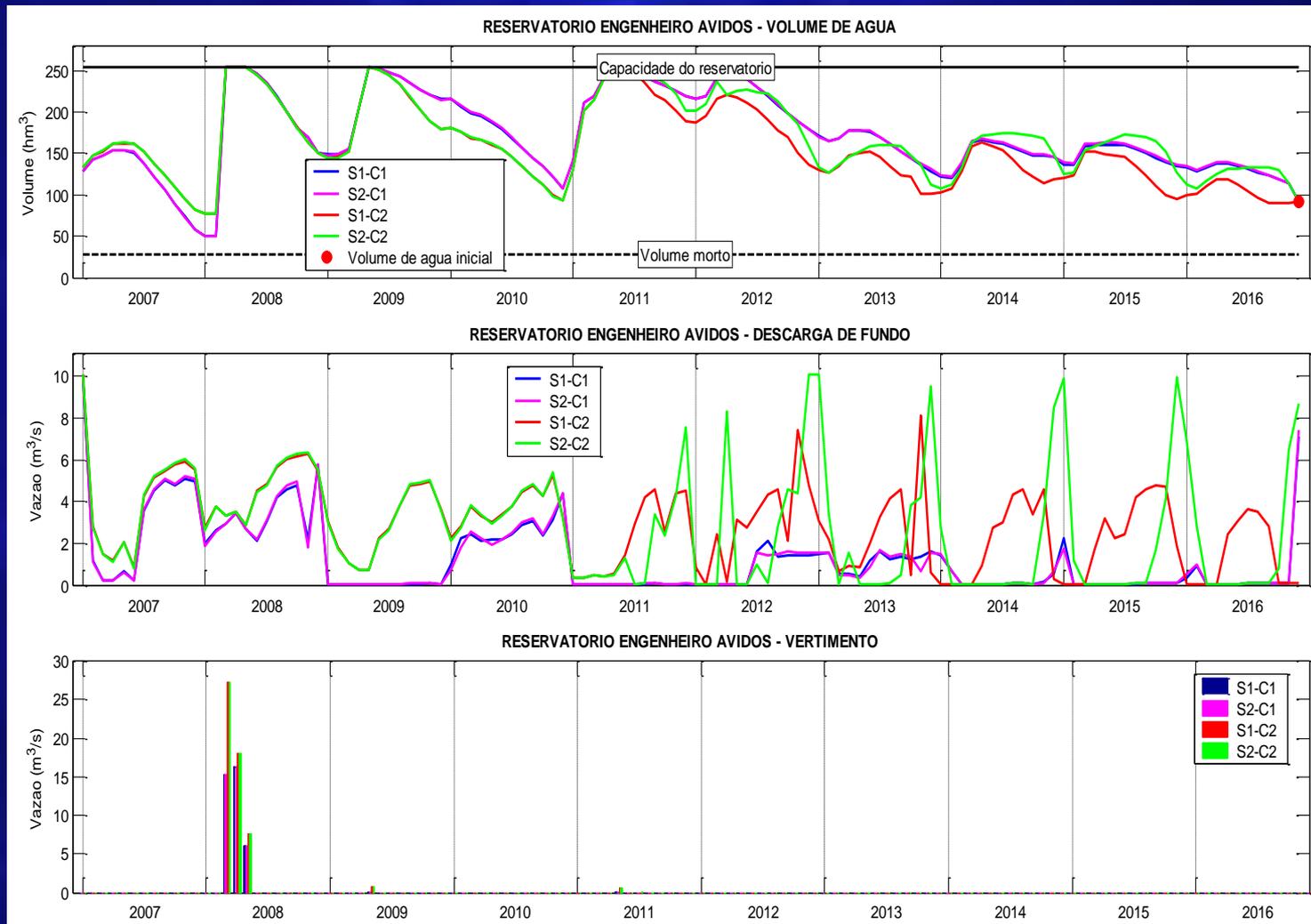


Gráfico 5 - Volume de água, vazão vertida e vazão de descarga de fundo do reservatório Engenheiro Ávidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Processo de
otimização
quantitativa do
sistema de
recursos hídricos

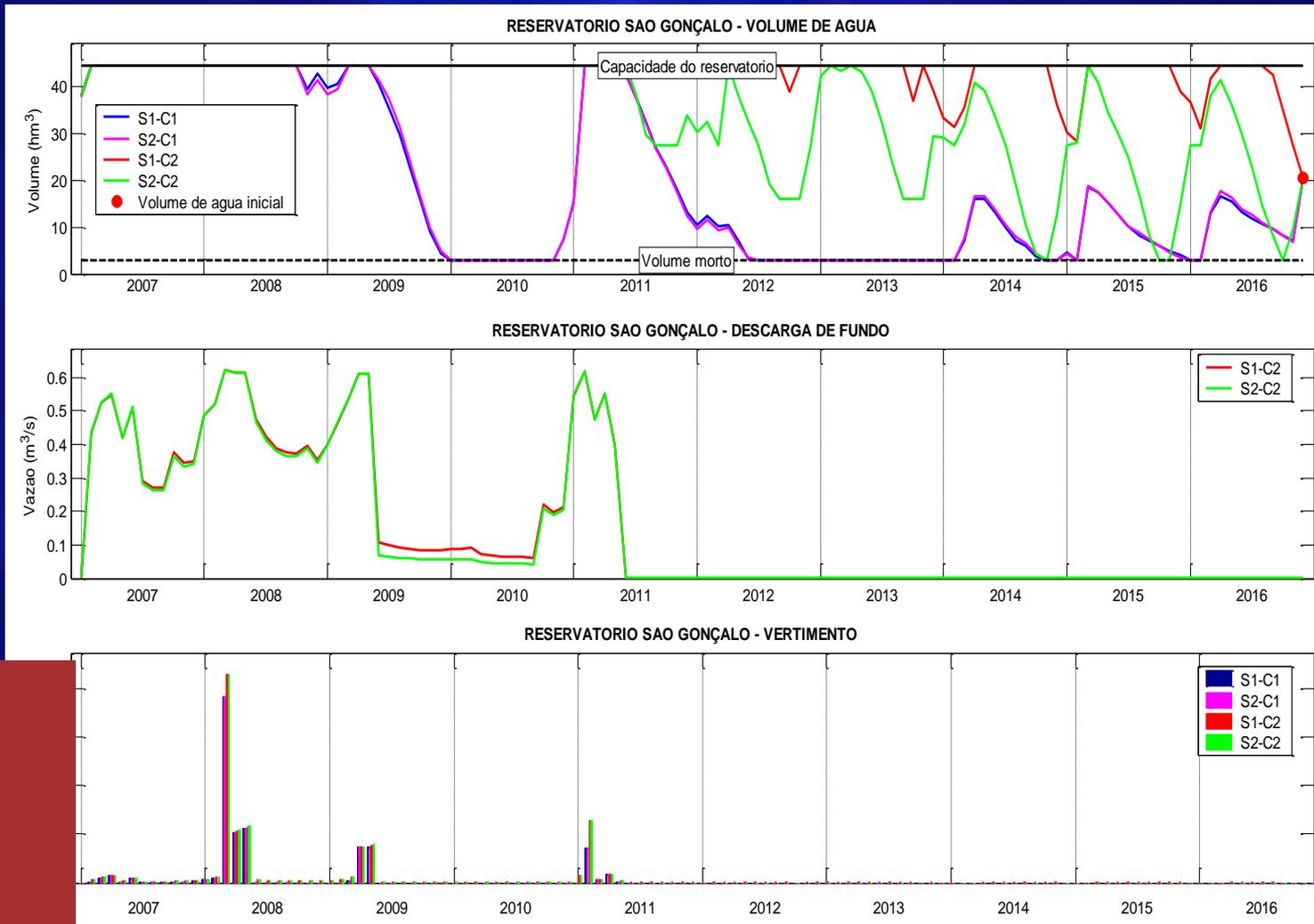


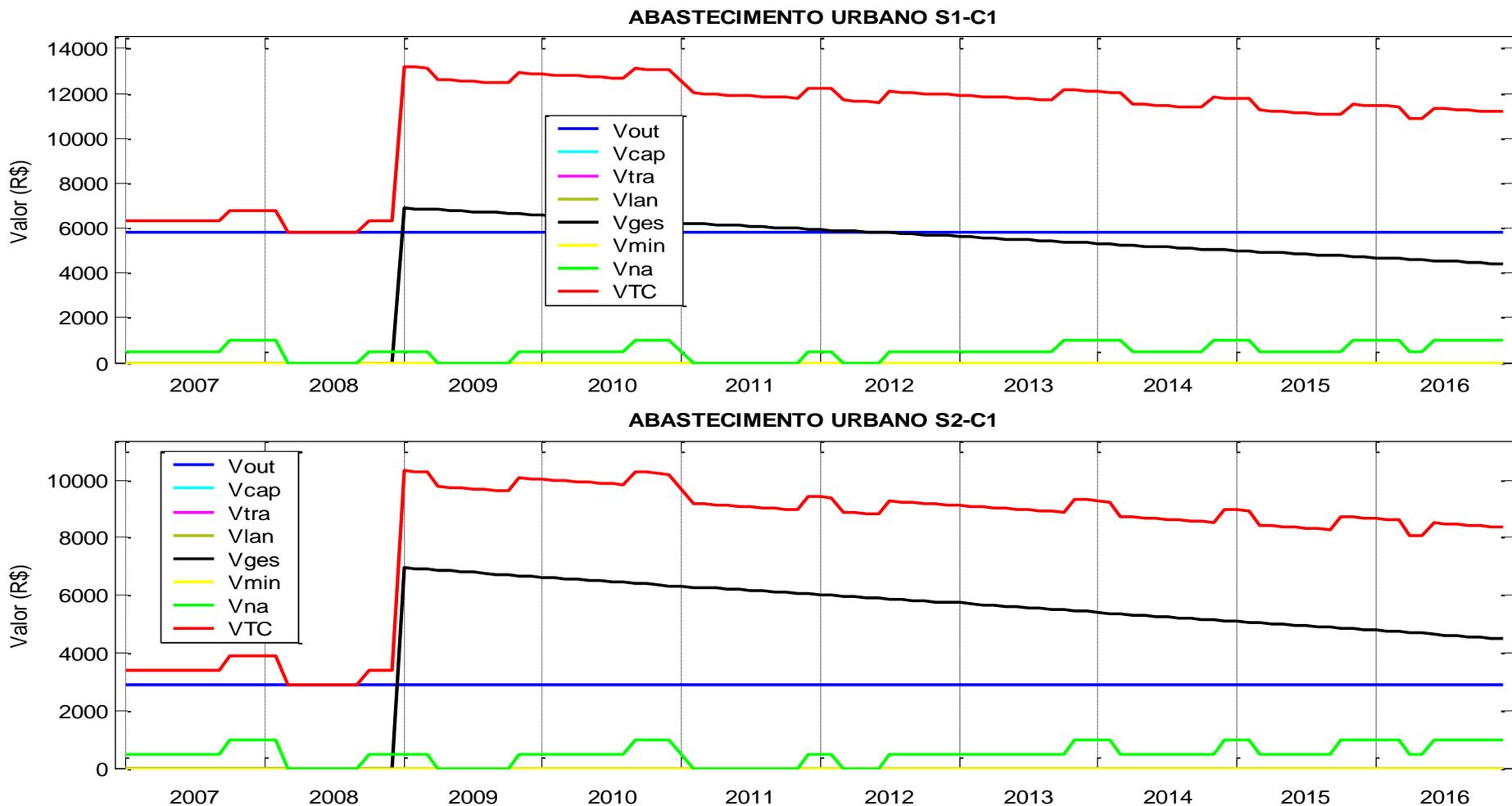
Gráfico 6 - Volume de água, vazão vertida e vazão de descarga de fundo do reservatório São Gonçalo.



RESULTADOS E DISCUSSÃO



Análise da cobrança pelo uso dos recursos hídricos do cenário C1 na situação S1 e situação S2.

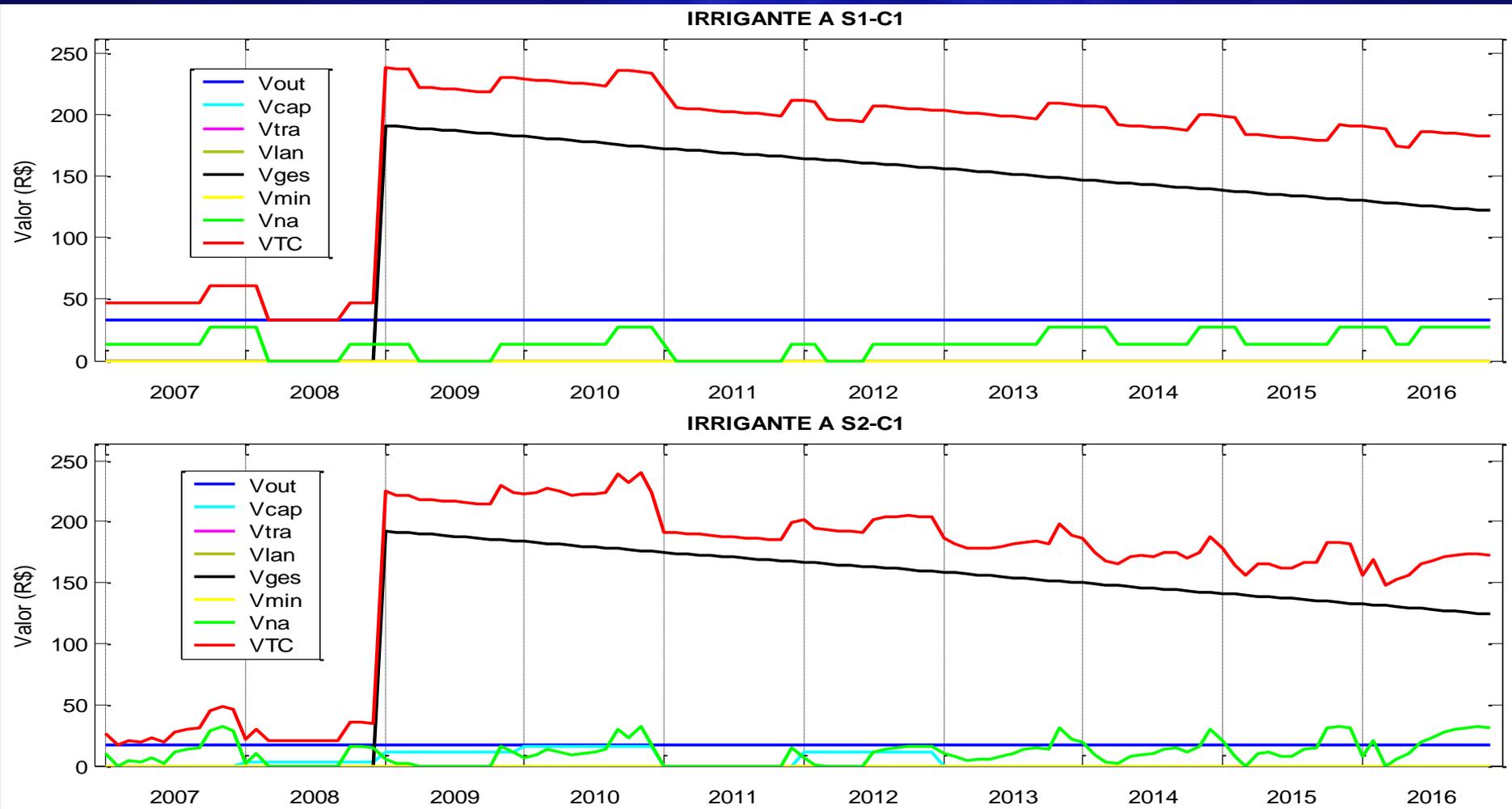


Gráficos 7 e 8 – Componentes do VTC para o abastecimento urbano nas situações S1 e S2 do cenário C1 (S1-C1 e S2-C1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Análise da cobrança pelo uso dos recursos hídricos do cenário C1 na situação S1 e situação S2.

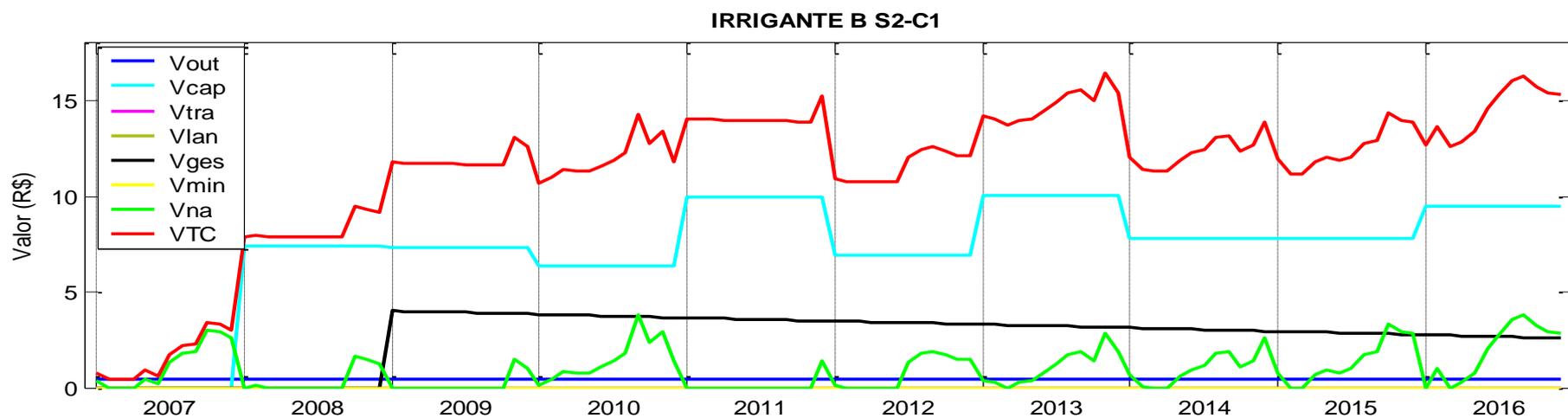
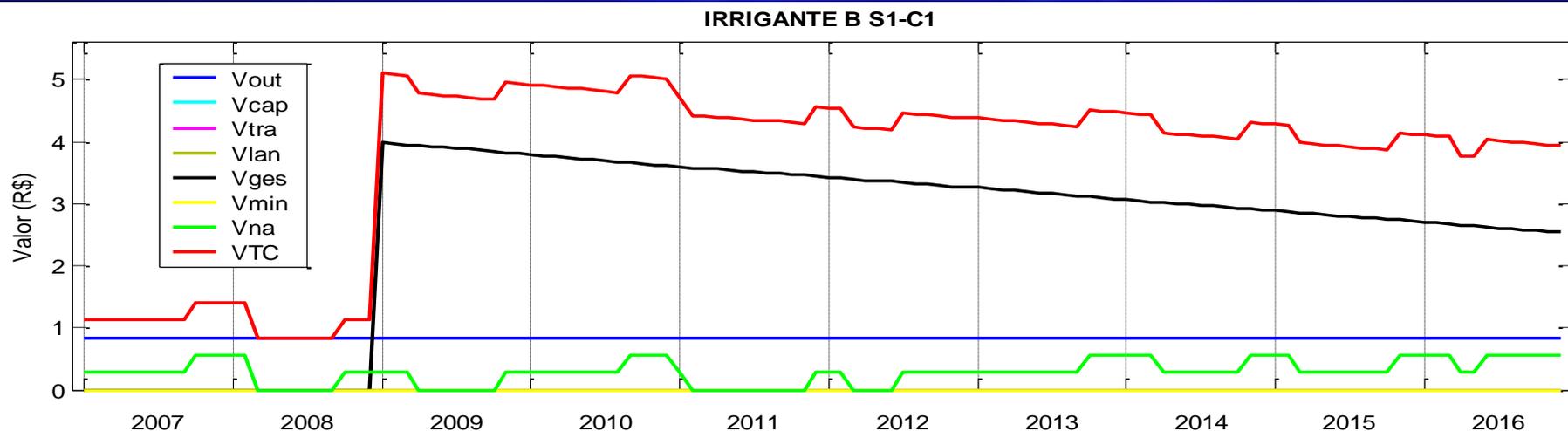


Gráficos 11 e 12 – Componentes do VTC para o Irrigante_A nas situações S1 e S2 do cenário C1 (S1-C1 e S2-C1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Análise da cobrança pelo uso dos recursos hídricos do cenário C1 na situação S1 e situação S2.

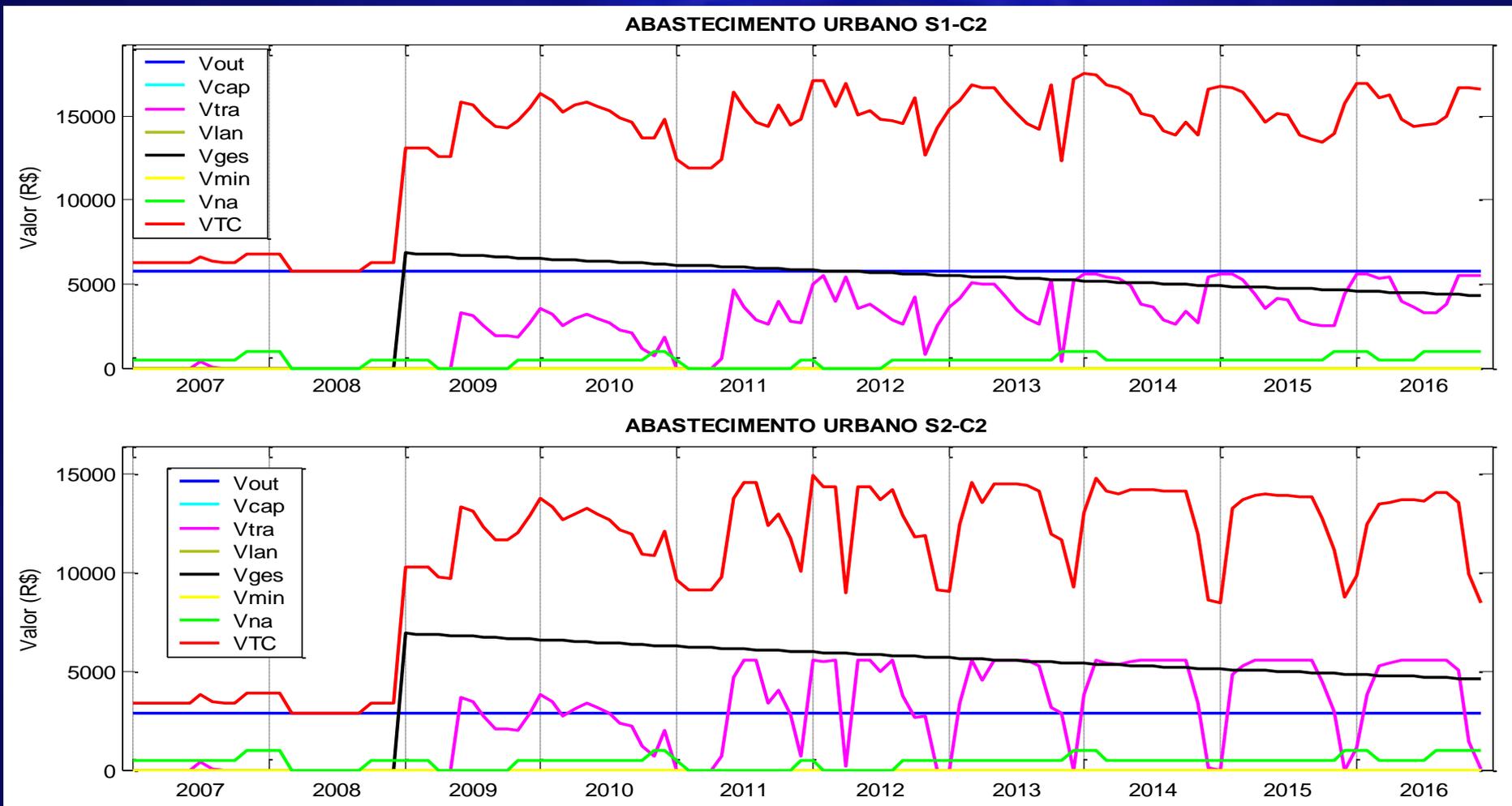


Gráficos 15 e 16 – Componentes do VTC para o Irrigante_B nas situações S1 e S2 do cenário C1 (S1-C1 e S2-C1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Análise da cobrança pelo uso dos recursos hídricos do cenário C2 na situação S1 e situação S2.

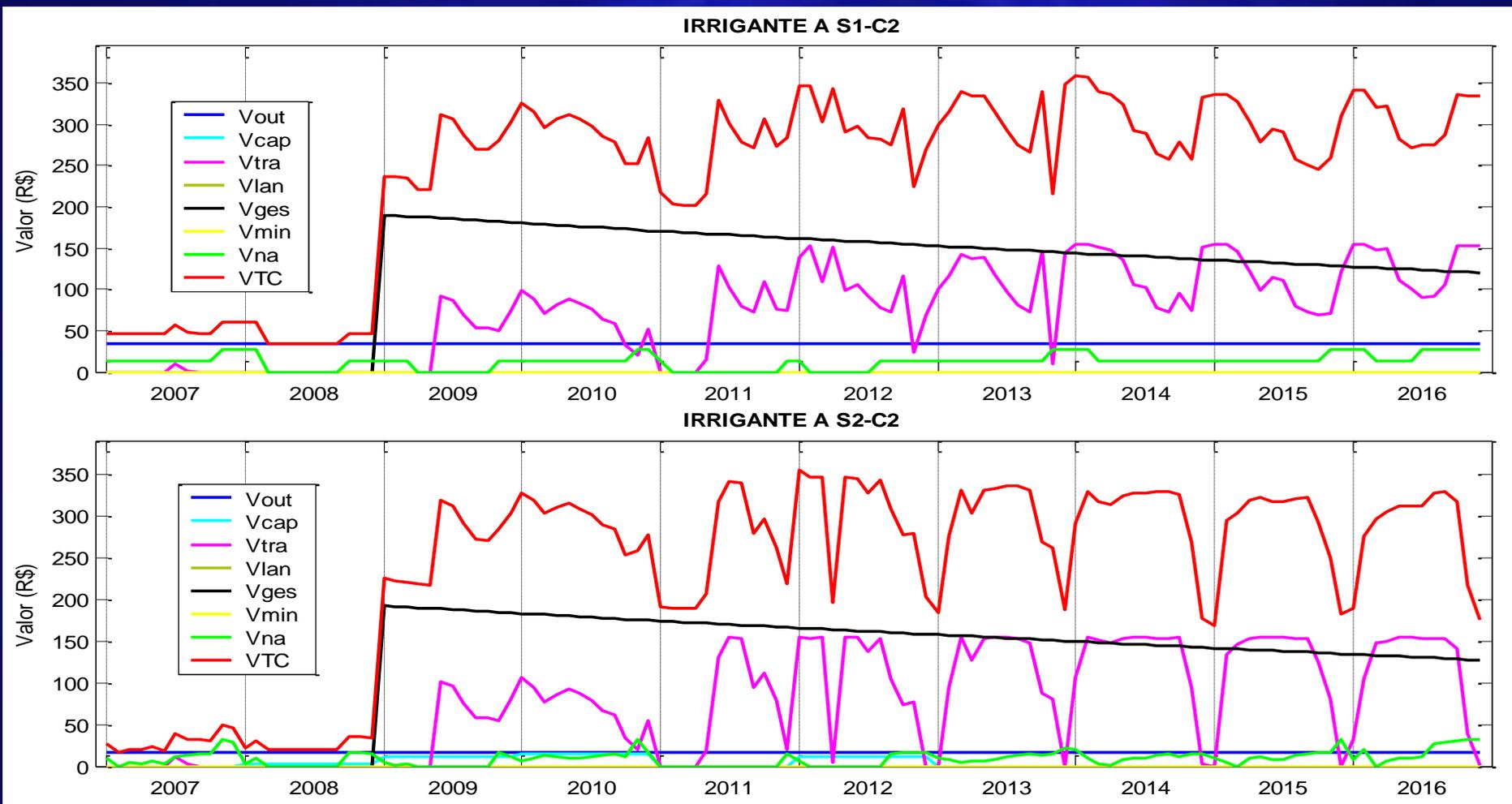


Gráficos 19 e 20 – Componentes do VTC para o Abastecimento urbano nas situações S1 e S2 do cenário C2 (S1-C2 e S2-C2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Análise da cobrança pelo uso dos recursos hídricos do cenário C2 na situação S1 e situação S2.

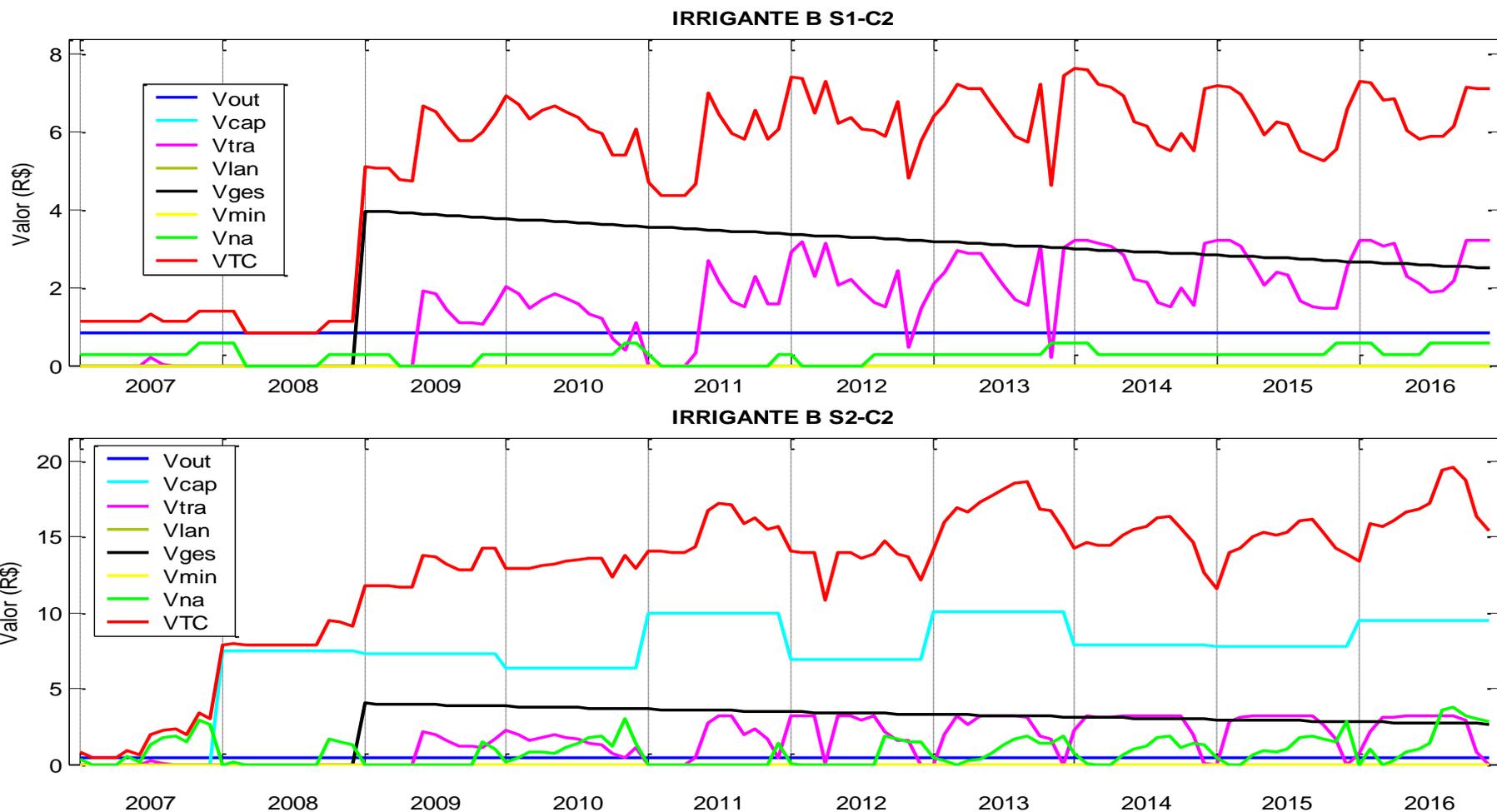


Gráficos 23 e 24 – Componentes do VTC para o Irrigante_A nas situações S1 e S2 do cenário C2 (S1-C2 e S2-C2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Análise da cobrança pelo uso dos recursos hídricos do cenário C2 na situação S1 e situação S2.

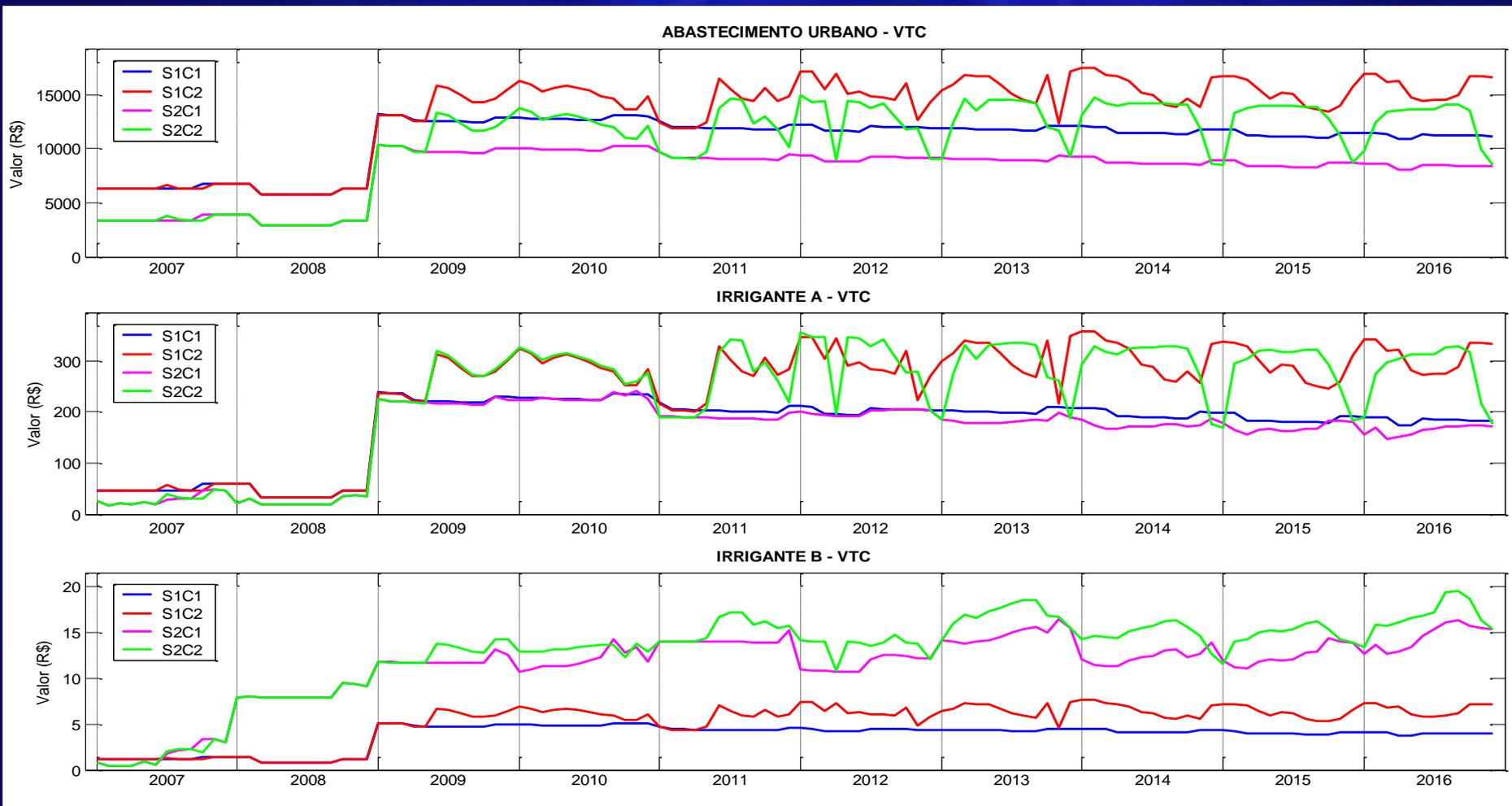


Gráficos 27 e 28 – Componentes do VTC para o Irrigante_B nas situações S1 e S2 do cenário C2 (S1-C2 e S2-C2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Comparativo do VTC em todos os cenários e situações analisadas



Gráficos 31, 32 e 33 – Comparativo do VTC do Abastecimento Urbano, do Irrigante_A e do Irrigante_B em todos os cenários e situações analisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Comparativo do valor do M³ em todos os cenários e situações analisadas

Usuário	Volume outorgado em m ³ /mês	Valor do m ³ /mês (Média dos 10 anos)			
		R\$/m ³ na S1-C1	R\$/m ³ na S1-C2	R\$/m ³ na S2-C1	R\$/m ³ na S2-C2
Abast. Urbano	484.106,80	0,0223	0,0275	0,0165	0,0220
Irrigação_A	13.410,00	0,0128	0,0180	0,0118	0,0174
Irrigação_B	280,00	0,0133	0,0185	0,0405	0,0457
Usuário	Volume outorgado em m ³ /mês	Valor m ³ /mês			
		Modelo PB	Modelo São Fco (Met. Vigente)	Modelo São Fco (Met. Nova)	Modelo Parnaíba
Abast. Urbano	484.106,80	0,0120	0,0300	0,0324	0,0115
Irrigação_A	13.410,00	0,0050	0,0006	0,0023	0,0015
Irrigação_B	280,00	0,0050	0,0006	0,0034	0,0015

Obs. Para efeito de aproximação e comparação com a proposta de cobrança, o cálculo do R\$/m³ nos modelos acima, levou em consideração:

1. O Volume medido igual ao Volume outorgado.
2. Carga de DBO nula.
3. Índice de perdas de 35% para o abastecimento urbano

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Tabela 2 - Preços unitários de cobrança pelo uso dos recursos hídricos no mundo

País	Preços Unitários (R\$/m ³)
Brasil	0,0008 a 0,16
Inglaterra	0,04 a 0,12
República Tcheca	0,15 a 0,52
Peru	0,0001 a 0,05
Holanda	0,0748 a 0,45
Alemanha	0,03 a 0,15

Fonte: ANA (2014, p. 38)

CONCLUSÃO



- Características do modelo de cobrança pelo uso dos recursos hídricos:
 - 1. A **relação direta e objetiva** entre o volume outorgado de cada usuário e o valor total da cobrança pelos usos dos recursos hídricos;
 - 2. **Novos elementos** no cálculo do VTC:
 - Aspectos de reserva hídrica;
 - A retirada acima do volume outorgado ou captações extras;
 - O uso de bandeiras tarifárias baseadas nas características sazonais do sistema hídrico;
 - A diferenciação de usuário baseada na proporção entre o volume outorgado individual e o volume outorgado total do sistema de recursos hídricos;
 - A contribuição proporcional dos diversos usuários nos investimentos previstos no sistema de recursos hídricos; e
 - O uso de subsídios no cálculo referente a transposição de recursos hídricos;

CONCLUSÃO



- 3. O modelo de cobrança pelo uso dos recursos hídricos proposto **penaliza** o usuário que:
 - Usa sistemas hidráulicos **menos eficientes**;
 - **Não implementa** sistemas de medição de vazão;
 - Pretende **fazer uso de reservas** hídricas e/ou uso além do volume outorgado etc., o que de certa forma induz ao uso racional através de parcimônia;
- 4. A diferenciação de valores cobrados pelo uso dos recursos hídricos em função da **existência ou não de medidor de vazão** por parte dos diversos usuários. Sendo a ausência de medição, um fator que onera o valor cobrado;

CONCLUSÃO



- 5. Para as situações onde existe a medição de vazão, o cálculo do valor referente ao **componente captação** induz a não formação de **reservas** extras e/ou captações excedentes, na medida em que **penaliza** tanto as captações abaixo como acima do volume outorgado a cada usuário no sistema, dada a **margem de tolerância** diferenciada e admitida para cada tipo de uso. Também pode-se frisar em relação a esse aspecto, o fato do modelo de cobrança proposto considerar **preços públicos unitários diferentes** para penalizar cada uma das situações descritas acima;

CONCLUSÃO



- 6. Em relação ao **uso na agricultura**, o cálculo do valor referente a captação passa a ser anual para avaliar a existência ou não de reservas extras ou captação excedente. Sendo o pagamento parcelado em **12 parcelas** iguais a serem pagas no ano seguinte;
- 7. A diferenciação de usuários (**K_u**) como base na proporcionalidade entre o volume outorgado individual e o volume outorgado total do sistema de recursos hídricos;
- 8. Parcela referente ao pagamento pelo uso de águas advindas da **transposição** de outras bacias hidrográficas com possibilidade de existir ou não **subsídios governamentais** em relação ao valor do metro cúbico da bacia hidrográfica doadora. Além disso, leva-se em conta a **proporcionalidade do pagamento** em função do volume outorgado de cada usuário;

CONCLUSÃO

- 9. Parcela referente a **contribuição** por parte dos **usuários** para o aporte de recursos financeiros para fins de investimentos;
- 10. Incorporado no cálculo do VTC os **efeitos da sazonalidade** em função do nível de armazenamento de água do sistema a partir do uso de **bandeiras tarifárias**;



CONCLUSÃO

- O ensaio demonstrou que:
 - 1. Os resultados obtidos demonstram que o modelo de cobrança proposto apresenta **objetividade**, principalmente ao **vincular outorga e cobrança** pelo uso dos recursos hídricos de forma direta no cálculo do VTC. Além disso, constatou-se também a sua **viabilidade operacional**, já que apresentou um desempenho **transparente** a partir de uma forma explícita de cálculo;



CONCLUSÃO

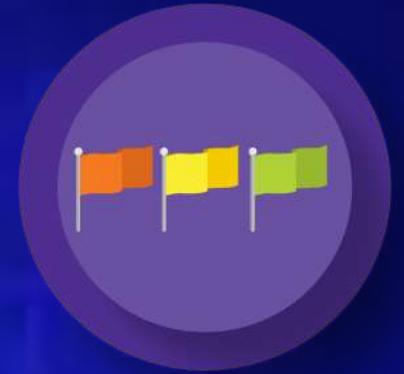
- 2. Foi possível verificar a capacidade do modelo de cobrança proposto **se adequar a diversas realidades e cenários**, principalmente em se tratando da região semiárida. Para tanto, o modelo utilizou-se de aspectos como: tipos de usos; a utilização ou não de medição de vazão; a eficiência dos sistemas hidráulicos; a variabilidade admitida em função do uso para a captação, adequação a cenários distintos em função do PIRSF etc.;



CONCLUSÃO

- 3. Foi possível verificar uma diferença entre os VTCs em função da **existência ou não de medidor de vazão** por parte dos diversos usuários. Sendo a ausência de medição um fator que onera o valor cobrado no caso dos usuários que possuem volumes captados dentro dos intervalos admitidos em relação ao seu volume outorgado (usuários: abastecimento urbano e irrigante_A);
- 4. O modelo de cobrança foi capaz de **penalizar usuário** (irrigante_B) que pretende fazer uso de reservas hídricas e/ou uso além do volume outorgado, induzindo de certa forma o uso racional através de parcimônia;

CONCLUSÃO



- 5. O uso de **bandeiras tarifarias** baseadas nas características sazonais do sistema hídrico amplia a variabilidade e valor do VTC principalmente em período de estiagem (2012 a 2016) e quando o usuário faz uso do medidor de vazão, intensificando caso os usuários realizem captações fora dos intervalos admitidos em relação ao seu volume outorgado (irrigante_B);

CONCLUSÃO

- 6. O uso da **componente gestão**, além de reduzir a necessidade de captações externas de recursos financeiros para a realização de investimentos na bacia hidrográfica, onera o VTC sendo decrescente ao longo do tempo caso não ocorram novas necessidades de aporte de recursos para investimentos;



CONCLUSÃO



- Subsídios para melhorias na gestão dos recursos hídricos da UPHAP:
 - Induzir ao uso mais racional da água;
 - Ampliar a capacidade de medição de vazão das outorgas de direito de uso e como consequência uma maior fiscalização em todo o sistema de recursos hídricos;
 - Melhorar o sistema de informações a partir de dados gerados;
 - Incentivar a participação dos diversos usuários nas deliberações no âmbito do CBH;
 - Incentivar os pedidos de revisão de outorgas por partes dos diversos usuários a fim de se adequarem ao processo da cobrança; dentre outros.

CONCLUSÃO



- Análises futuras em relação ao modelo:
 - Analisar o seu desempenho em outras bacias hidrográficas que possuam diferentes características e usuários, principalmente em função de aspectos climatológicos;
 - Realizar uma análise de sensibilidade dos diversos parâmetros e coeficientes do modelo; e
 - Aplicar outras metodologias já consolidadas no Brasil junto a UPHAP e comparar os resultados obtidos.





*UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU
CÂMARA TÉCNICA DE PLANEJAMENTO INSTITUCIONAL
27ª REUNIÃO DA CTPI*

**MODELO DE COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS
HÍDRICOS EM SISTEMAS CONTROLADOS POR
RESERVATÓRIOS: proposta metodológica e
simulação na bacia hidrográfica dos Rios Piancó-
Piranhas-Açu.**

Prof. Enéas Neto

Mais informações:

eneasneto@ccjs.ufcg.edu.br

professoreneasneto@gmail.com