



*UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu
VIII Encontro Estadual dos Comitês de Bacias Hidrográficas da Paraíba*

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

Prof. Dr. ENÉAS NETO (CCJS / UFPA)

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

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

Apoio:

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

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.



Marco regulatório: Lei 9.433/97 (Lei das águas)

- 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.



A cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Brasil

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.



A cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Brasil

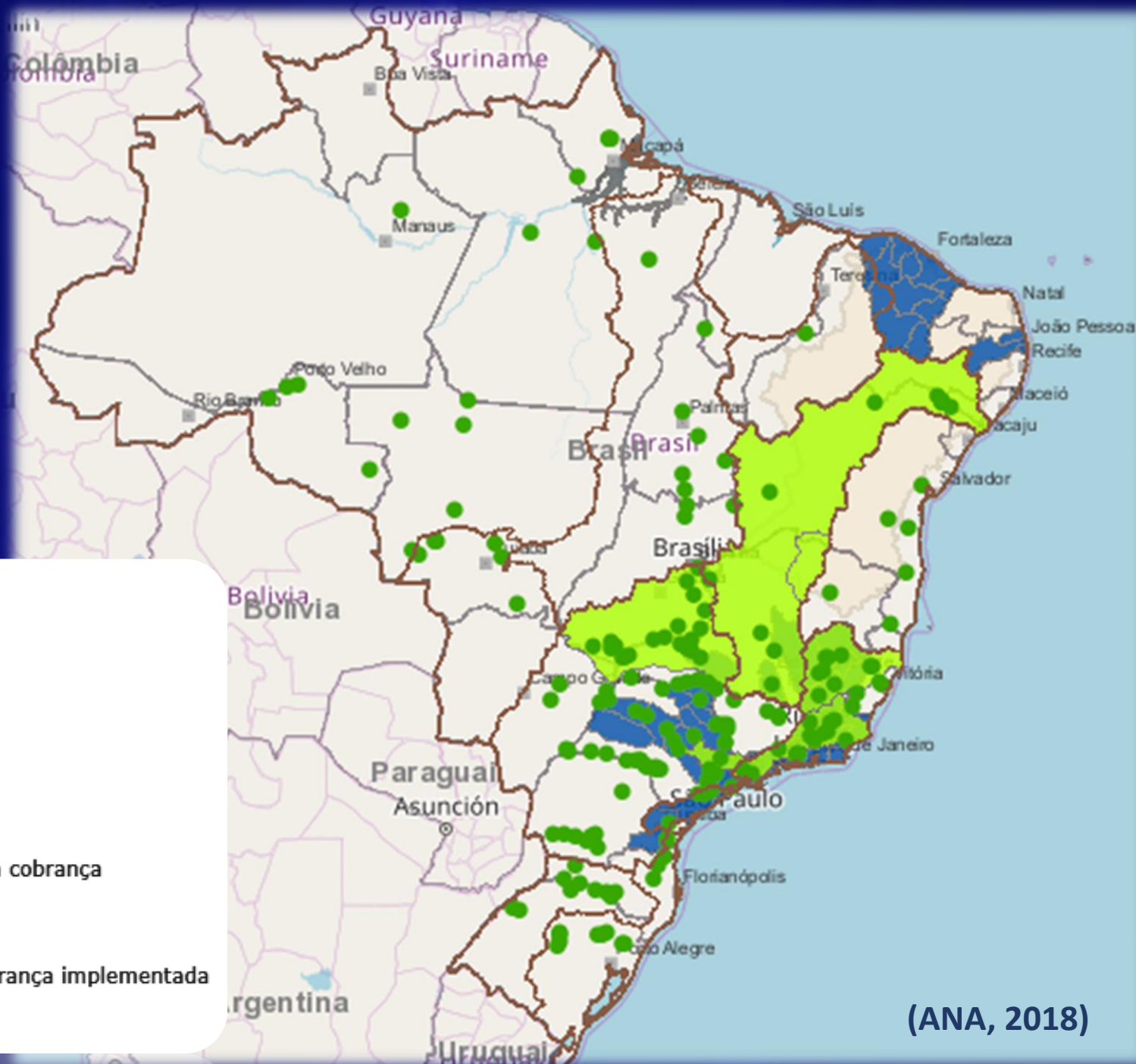
- Atuais modelos de cobrança:
 - Não vinculam diretamente outorga de direito e cobrança pelo uso;
 - Ausência ou baixa transparência metodológica;
 - Não refletem:
 - Objetividade;
 - Parcimônia;
 - Completeza (potencial de reajustes a novas situações);
 - Simplicidade.
- Ferramentas complexas:
 - Dificuldades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



Cronograma de implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Brasil



(OCDE, 2017)



Base hidrográfica

Regiões Hidrográficas



Cobrança

Cobrança de UHEs



CBHs interestaduais com cobrança implementada



CBHs estaduais com cobrança implementada



(ANA, 2018)



(ANA, 2018)

Objetivo geral do estudo

- Elaborar um modelo de COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS que vincule outorga de direito 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.



Interdisciplinaridade da PROPOSTA DE COBRANÇA



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.



Cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Brasil

- A cobrança pelo uso dos recursos hídricos têm 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 mais 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 afluente”



Estrutura básica dos mecanismos de cobrança pelo uso dos recursos hídricos



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

| <u>COMPONENTE</u> | <u>DESCRIÇÃO</u> |
|--------------------------|---|
| 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. |

Cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Brasil



| 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 | $\text{Valor}_{\text{total}} = (\text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{cons}} + \text{Valor}_{\text{DBO}}) \times K_{\text{gestão}}$ |

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

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Estado da Paraíba-PB:



- Regulamentada em 2012 através de Decreto Nº 33.613;
- Em 2015 - Implementado a cobrança em todas unidades de gestão, com exceção das unidades pertencentes a BHRPPA.
- Modelo de cobrança pelo uso dos recursos hídricos estabelecido:

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

Sendo:

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

Principais críticas aos modelos de cobrança 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).



Principais críticas aos modelos de cobrança 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);



Principais críticas aos modelos de cobrança 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)

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

Sendo:

V_{out} = Valor Outorga

V_{cap} = Valor Captação

V_{tra} = Valor Transposição

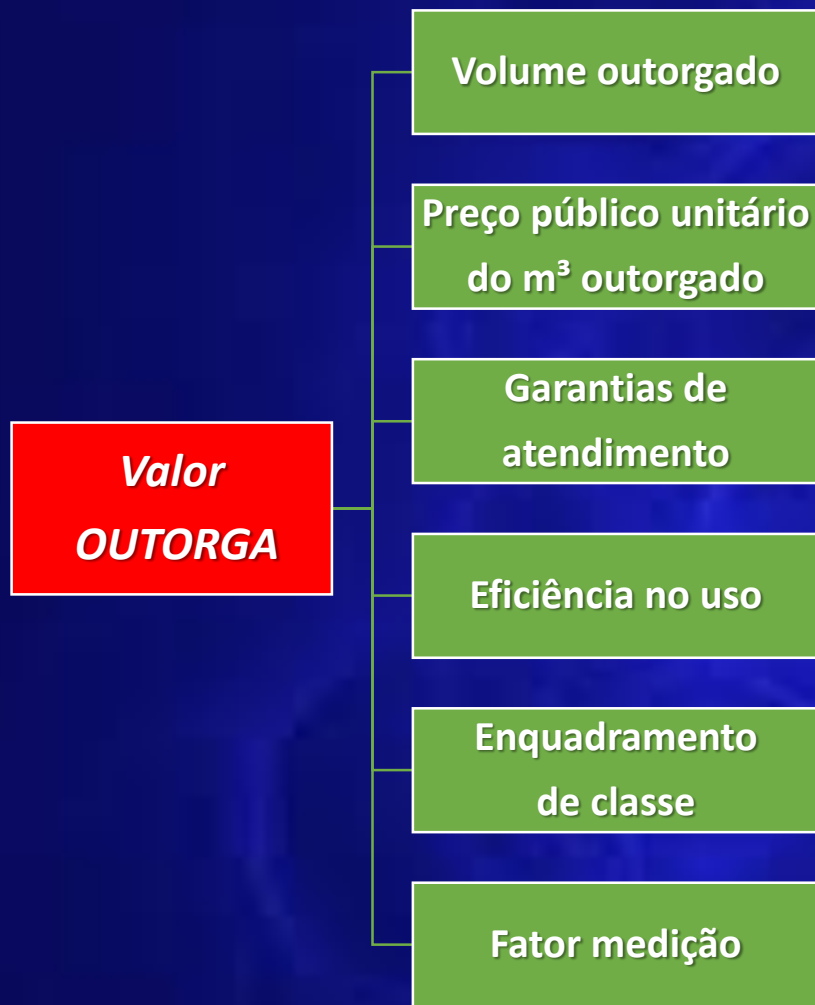
V_{lan} = Valor Lançamentos de Efluentes

V_{ges} = Valor Gestão

V_{min} = Valor Mineração

V_{na} = Valor Nível de Armazenamento do Sistema



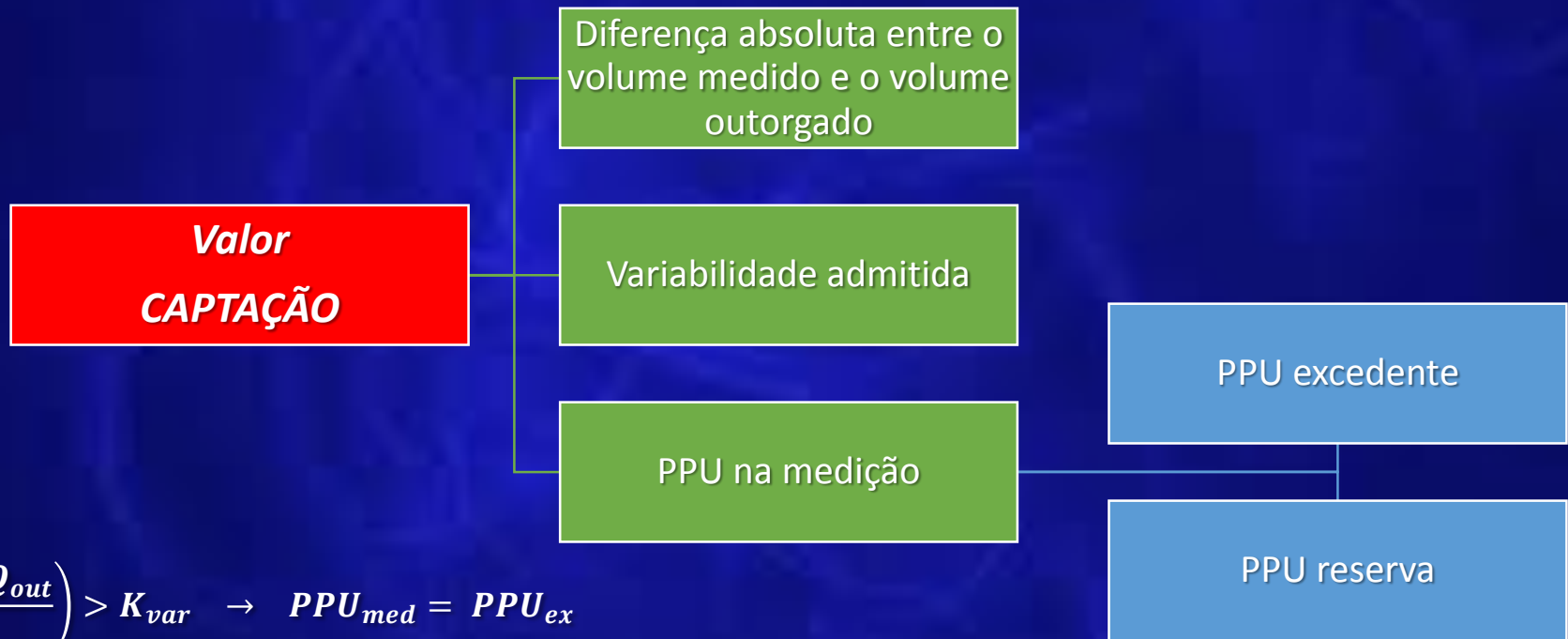


1. Valor Outorga

$$V_{out} = Q_{out} \times PPU_{out} \times K_g \times K_e \times K_c \times F_m$$

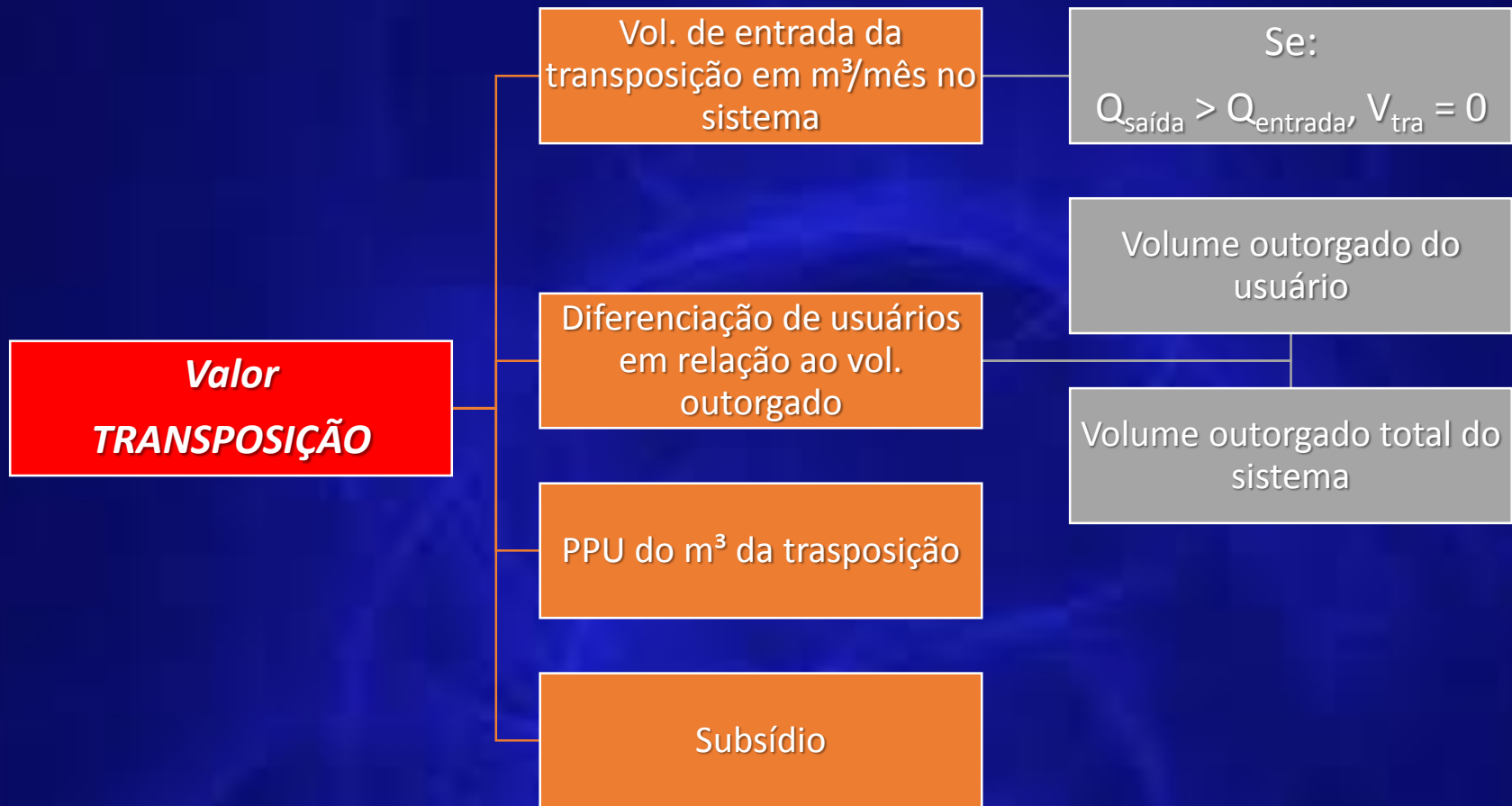
2. Valor Captação

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



$$\left(\frac{Q_{med} - Q_{out}}{Q_{out}} \right) > K_{var} \rightarrow PPU_{med} = PPU_{ex}$$

$$\left(\frac{Q_{med} - Q_{out}}{Q_{out}} \right) < (-K_{var}) \rightarrow PPU_{med} = PPU_{re}$$



3. Valor Transposição

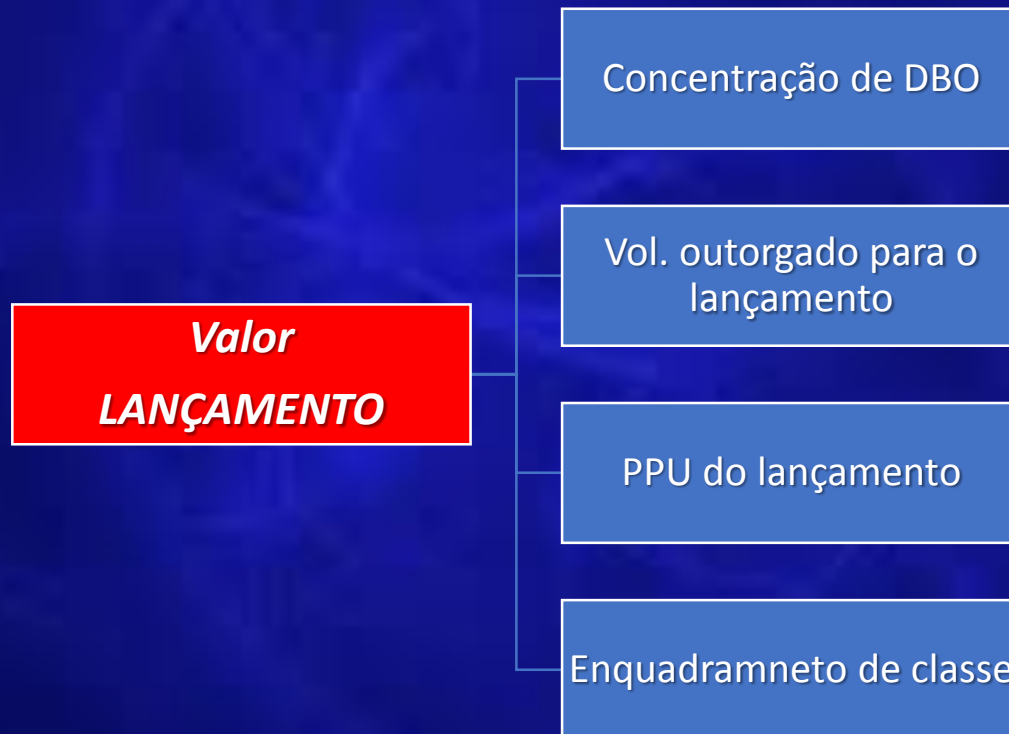
$$V_{tra} = (Q_{tra} \cdot K_u) \cdot (PPU_{tra} - Sub)$$

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

4. Valor Lançamento

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

(VIANA, 2011)



5. Valor Gestão

**Valor
GESTÃO**

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

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

Participação % dos usuários nos investimentos previstos

VPL dos investimentos previstos

Saldo líquido da arrecadação

Nº de meses considerados no cálculo do VPL

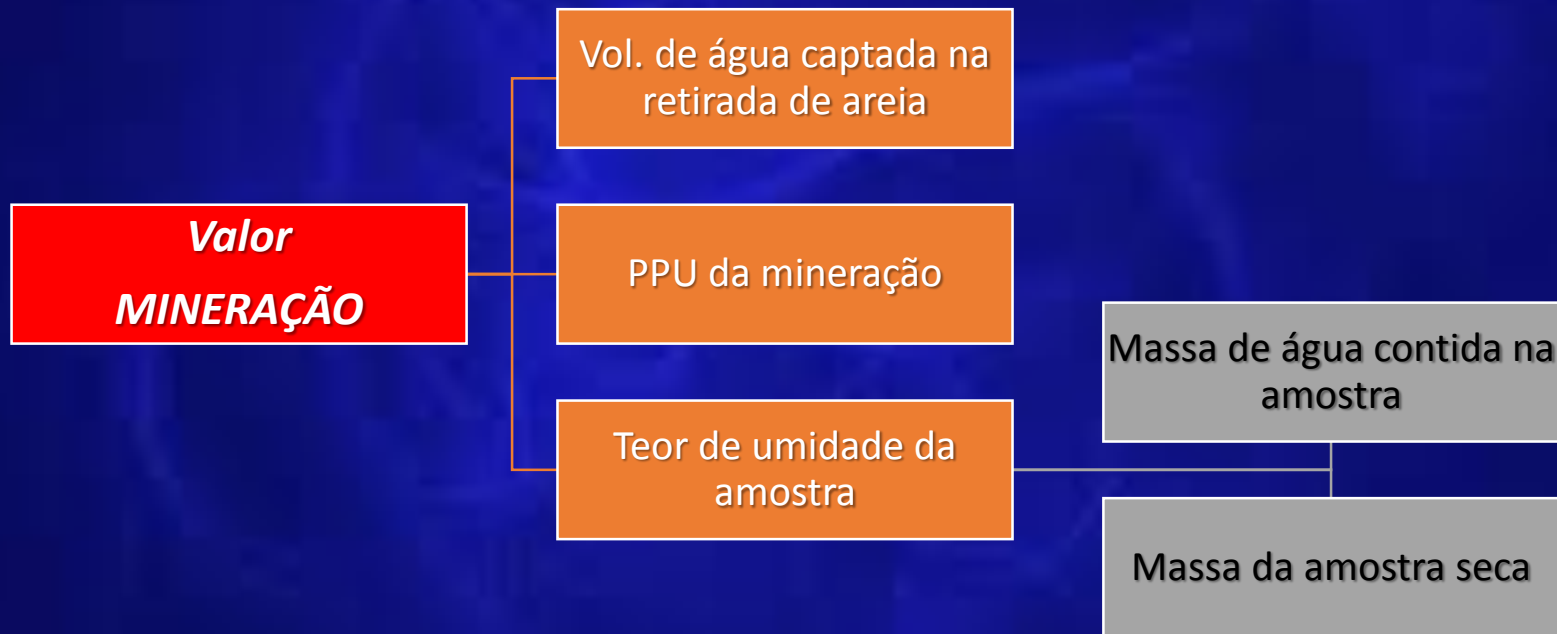
Diferenciação de usuários em relação ao vol. outorgado

6. Valor Mineração

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

(CBHSF, 2017)

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



7. 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%;

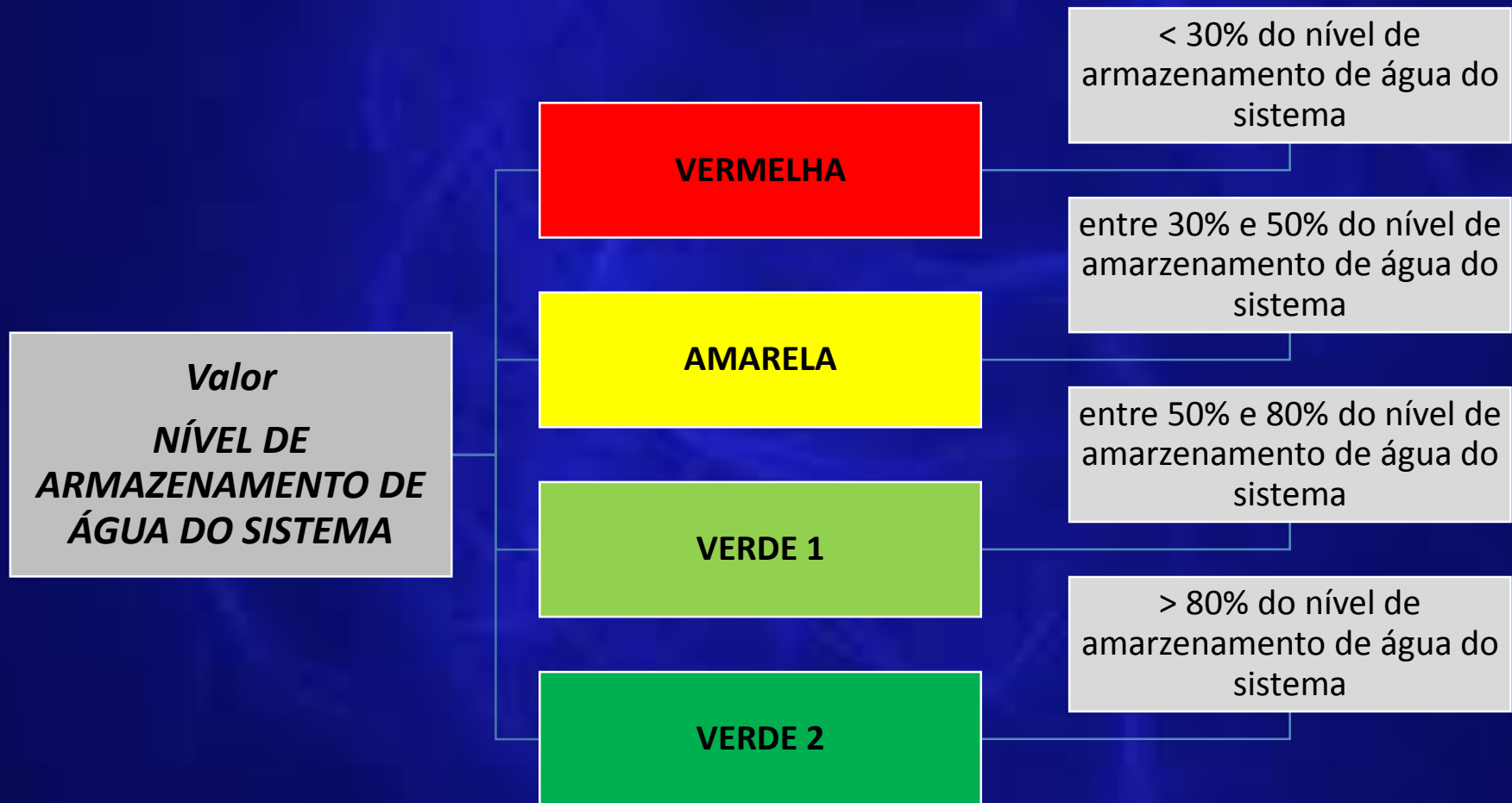
$$V_{na} = B_{na} \cdot Q_{for}$$

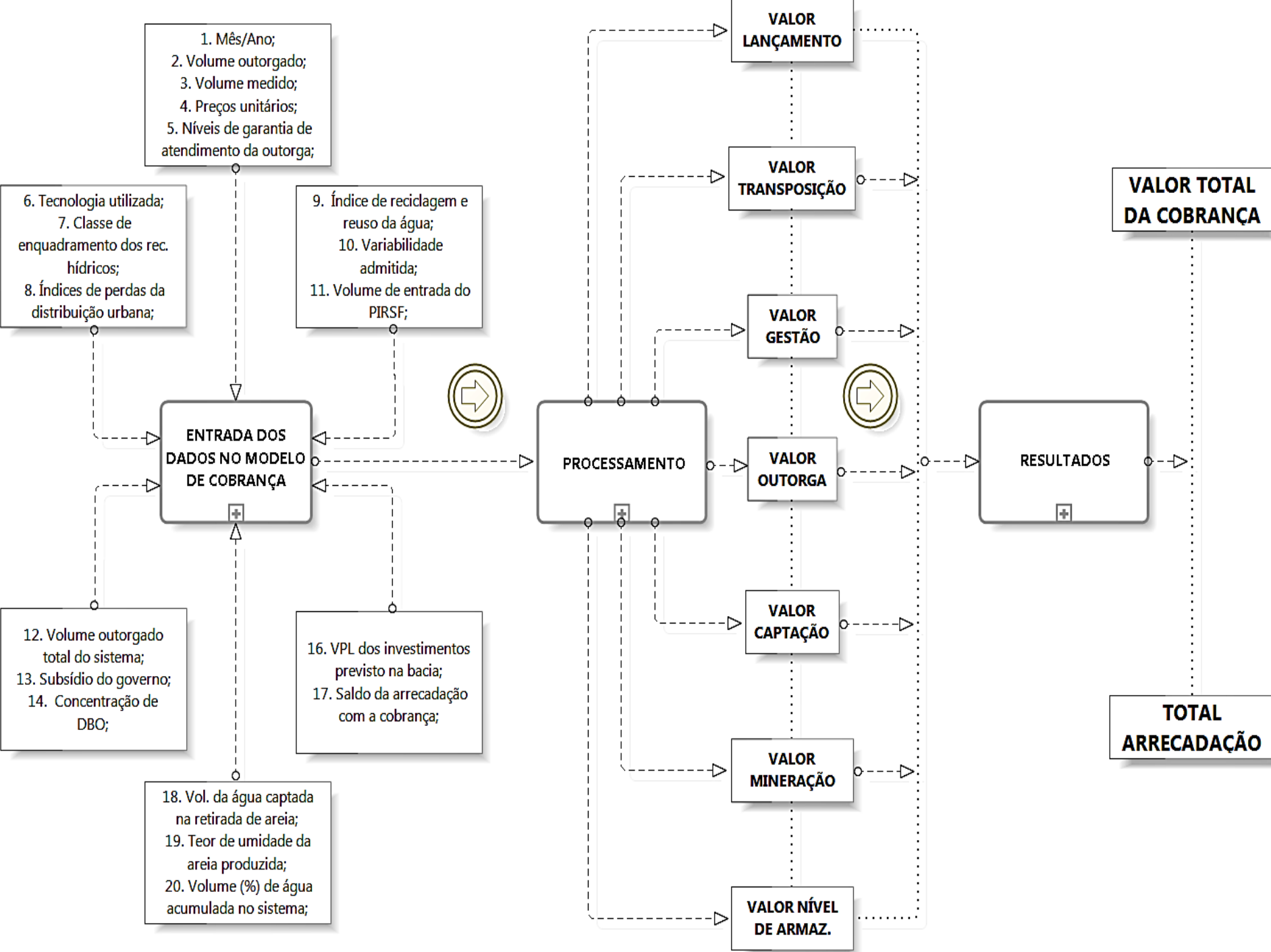
- Quando houver medição de vazão;

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



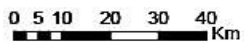
7. Valor Nível de Armazenamento de Água do Sistema





Principais reservatórios localizados na BHRPA e na UPHAP.

Fonte: ANA (2010)



Coremas/Mãe D'água - Cap. de 1.358,00 hm³

Eng. Arm. R. Gonçalves
Cap. de 2.400 hm³

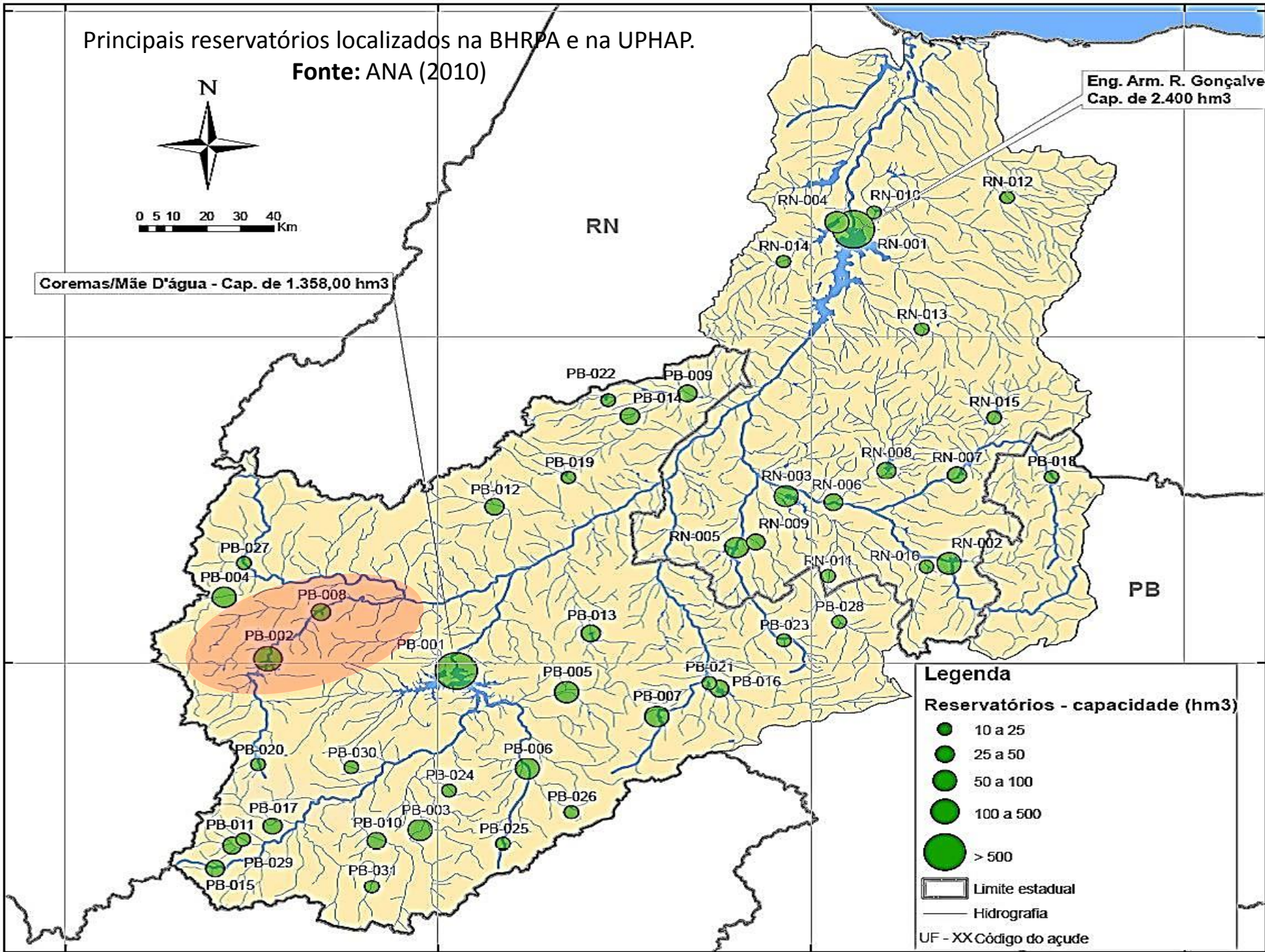
Legenda

Reservatórios - capacidade (hm³)

- 10 a 25
- 25 a 50
- 50 a 100
- 100 a 500
- > 500

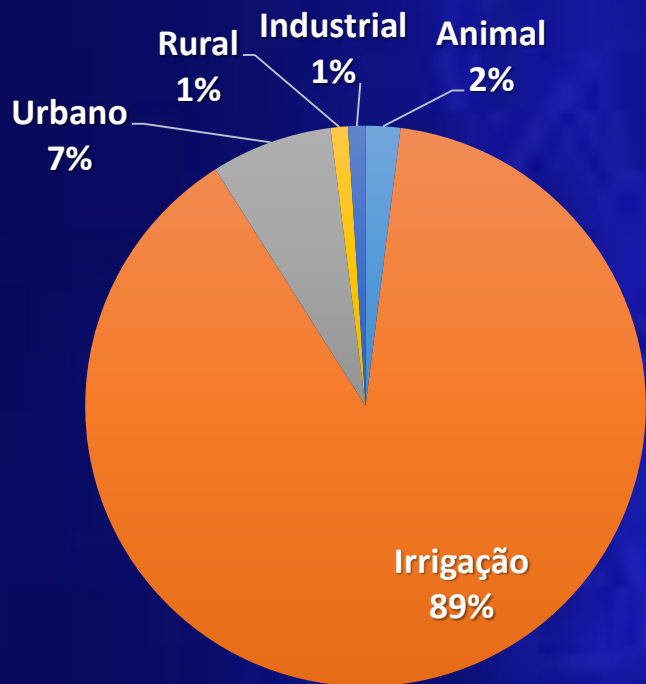
- ▭ Limite estadual
- Hidrografia

UF - XX Código do açude



Estudo de caso: caracterização, recorte espacial e temporal

Vazões de retirada (demanda), de retorno e de consumo, em m^3/s e para usos consuntivos.



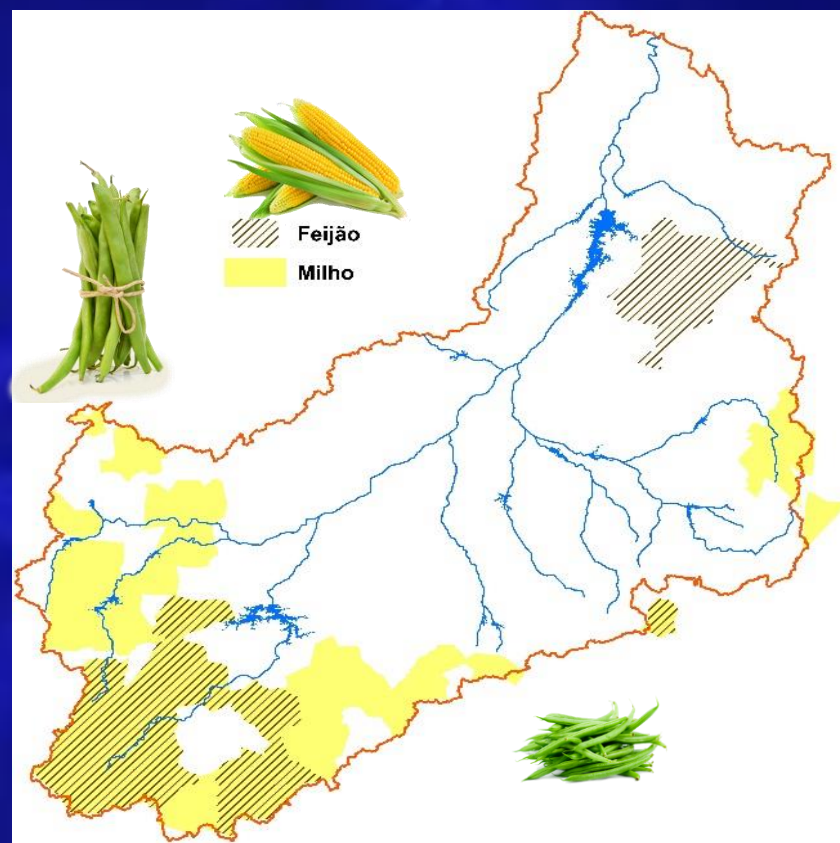
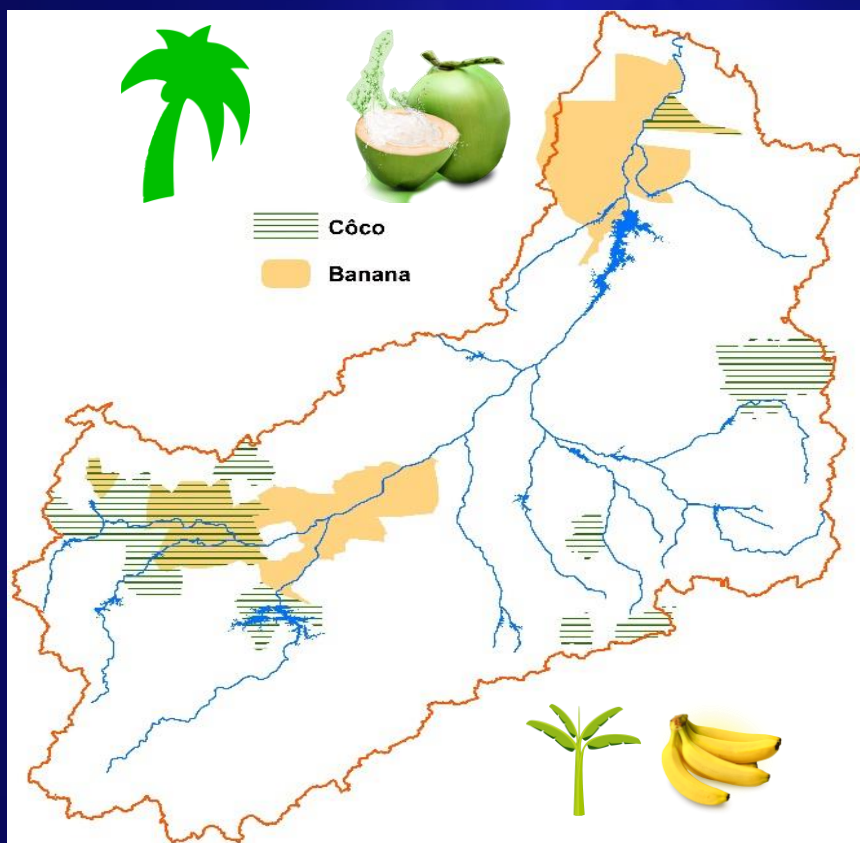
| Uso | Demandas estimadas (m^3/s) | | |
|--------------|--------------------------------|--------------|-------------|
| | Retirada | Consumo | Retorno |
| Animal | 0,59 | 0,47 | 0,12 |
| Irrigação | 29,79 | 23,83 | 5,96 |
| Urbano | 2,43 | 0,49 | 1,94 |
| Rural | 0,40 | 0,20 | 0,20 |
| Industrial |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

■ Animal ■ Irrigação ■ Urbano ■ Rural ■ Industrial

Distribuição percentual das demandas estimadas na bacia.

Fonte: ANA (2010).

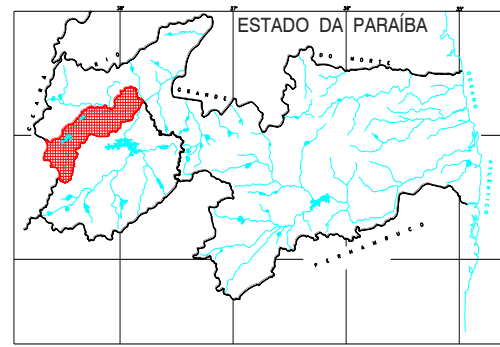
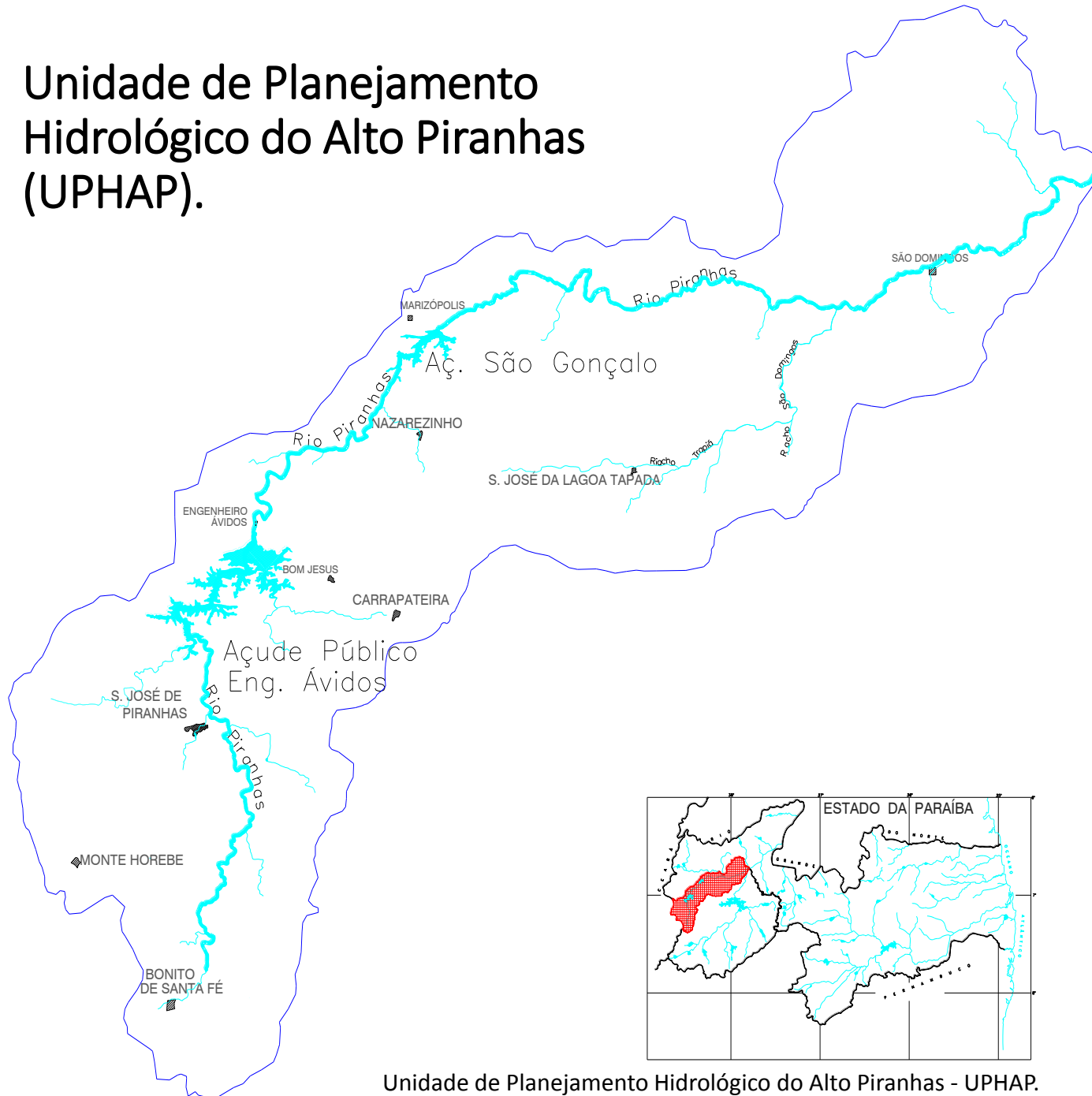
Estudo de caso: caracterização, recorte espacial e temporal



Principais municípios produtores de culturas agrícolas temporárias e permanentes

Fonte: ANA (2016)

Unidade de Planejamento Hidrológico do Alto Piranhas (UPHAP).



Unidade de Planejamento Hidrológico do Alto Piranhas - UPHAP.

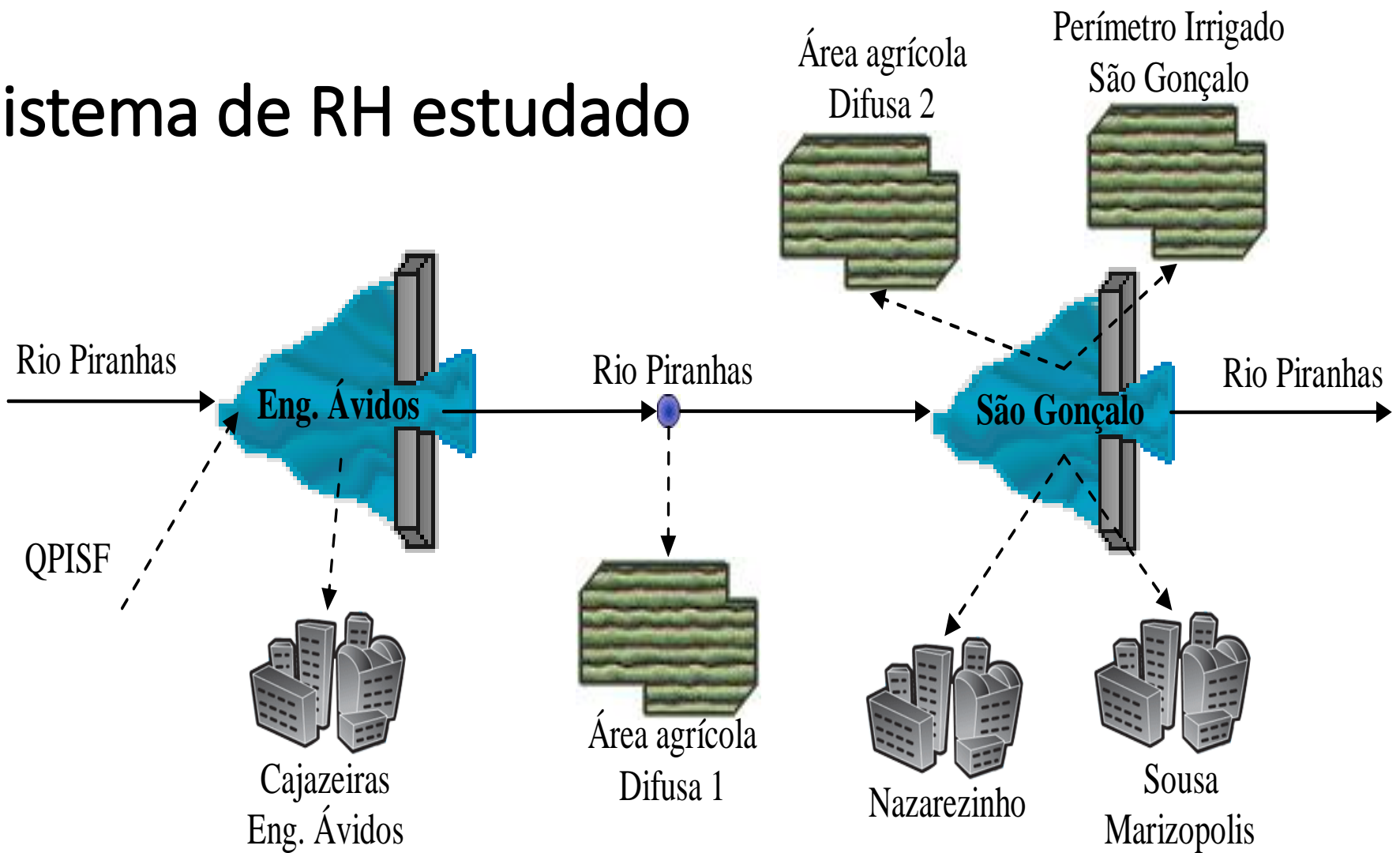
Fonte: Adaptado de SCIENTEC (1997)

- Rios receptores
- Açudes
- Influência direta
- Influência indireta
- Captação



50 km

Sistema de RH estudado



Layout do sistema estudado.

Fonte: O autor



Outorgas de direto de uso emitidas

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)

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)

Otimização Multiobjetivo do Sistema:

- Modelo 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;

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.

Situações e cenários estudados:

- 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.

| 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 |



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;

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 m³/s (ANA, 2016).

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.



Seleção dos usuários para a apresentação dos resultados:

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.

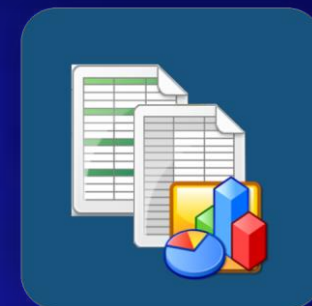


Coeficientes de ponderação e Preços Públicos Unitários (PPUs) utilizados

| VTC | Coeficientes | Situações/usuários | | | | | |
|------------------|--|--------------------|-------------|-------------|----------|-------------|-------------|
| | | S1 | | | S2 | | |
| | | Ab_Urb | Irrigante_A | Irrigante_B | Ab_Urb | Irrigante_A | Irrigante_B |
| V _{out} | Q _{out} (10 ³ m ³) | 484,1068 | 13,4100 | 0,2800 | 484,1068 | 13,4100 | 0,2800 |
| | PPU _{out} (R\$/m ³) | 0,0120 | 0,0050 | 0,0050 | 0,0120 | 0,0050 | 0,0050 |
| | K _g | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| | K _e | 1,0000 | 0,5000 | 0,6000 | 1,0000 | 0,5000 | 0,6000 |
| | K _c | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| | F _m | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 |
| V _{cap} | PPU _{ex} (R\$/m ³) | - | - | - | 0,0360 | 0,0150 | 0,0150 |
| | PPU _{re} (R\$/m ³) | - | - | - | 0,0240 | 0,0100 | 0,0100 |
| | K _{var} | - | - | - | 0,0500 | 0,3000 | 0,3000 |
| V _{tra} | Q _{tra_ent} (10 ⁶ m ³) | 4,4064 | 4,4064 | 4,4064 | 4,4064 | 4,4064 | 4,4064 |
| | K _u | 0,0845 | 0,0023 | 4,888E-05 | 0,0845 | 0,0023 | 4,888E-05 |
| | PPU _{tra} (R\$/m ³) | 0,3000 | 0,3000 | 0,3000 | 0,3000 | 0,3000 | 0,3000 |
| | Sub (R\$/m ³) | 0,2850 | 0,2850 | 0,2850 | 0,2850 | 0,2850 | 0,2850 |
| V _{lan} | C _{DBO} | - | - | - | - | - | - |
| | PPU _{lan} (R\$/m ³) | - | - | - | - | - | - |
| | K _c | - | - | - | - | - | - |
| V _{ges} | F _g | 0,4000 | 0,4000 | 0,4000 | 0,4000 | 0,4000 | 0,4000 |
| | VPL _{inv} (R\$ 10 ⁶) | 25,0000 | 25,0000 | 25,0000 | 25,0000 | 25,0000 | 25,0000 |
| | N | 120,0000 | 120,0000 | 120,0000 | 120,0000 | 120,0000 | 120,0000 |
| | K _u | 0,0845 | 0,0023 | 4,888E-05 | 0,0845 | 0,0023 | 4,888E-05 |
| V _{min} | PPU _{min} | - | - | - | - | - | - |
| | U | - | - | - | - | - | - |
| V _{na} | B _{na_v} (R\$/m ³) | 0,0030 | 0,0030 | 0,0030 | 0,0030 | 0,0030 | 0,0030 |
| | B _{na_a} (R\$/m ³) | 0,0020 | 0,0020 | 0,0020 | 0,0020 | 0,0020 | 0,0020 |
| | B _{na_v1} (R\$/m ³) | 0,0010 | 0,0010 | 0,0010 | 0,0010 | 0,0010 | 0,0010 |
| | B _{na_v2} (R\$/m ³) | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |



Resultados do processo de otimização quantitativa do sistema de recursos hídricos:

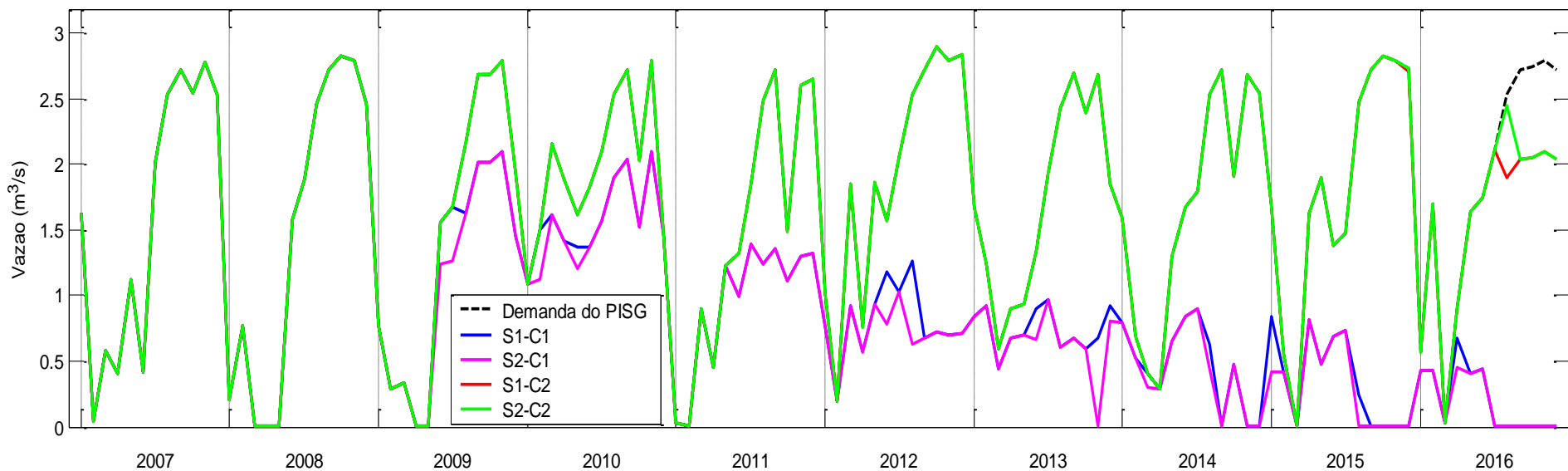


- As vazões outorgadas para o abastecimento dos núcleos urbanos são atendidas no período estudado sem apresentar falhas em todos os cenários e situações estudadas.
- As vazões outorgadas e as demandas estimadas dos irrigantes no leito do Rio Piranhas e no entorno do reservatório São Gonçalo também são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

Resultados do processo de otimização quantitativa do sistema de recursos hídricos:



ATENDIMENTO DA DEMANDA DO PERIMETRO IRRIGADO DE SAO GONÇALO



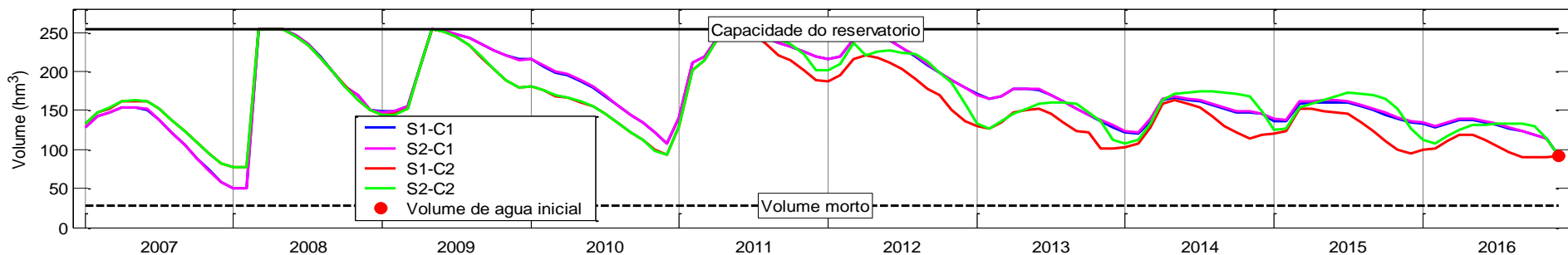
Atendimento da demanda do PISG

Fonte: O autor

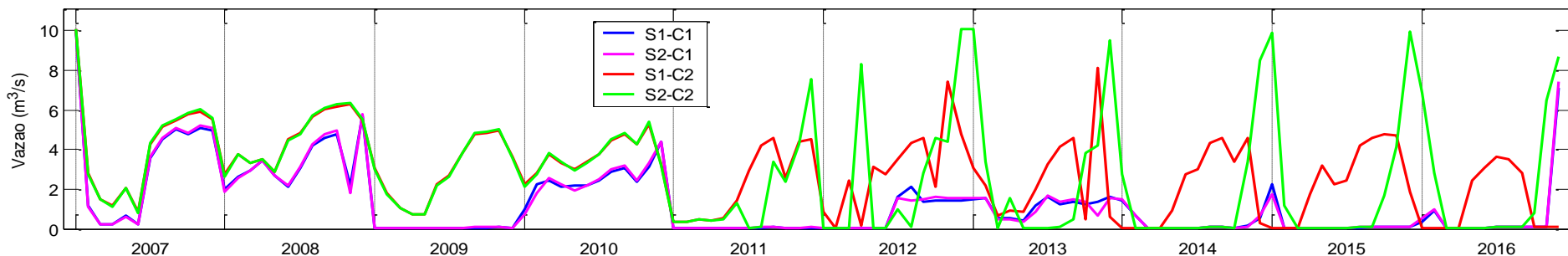
Resultados do processo de otimização quantitativa do sistema de recursos hídricos:



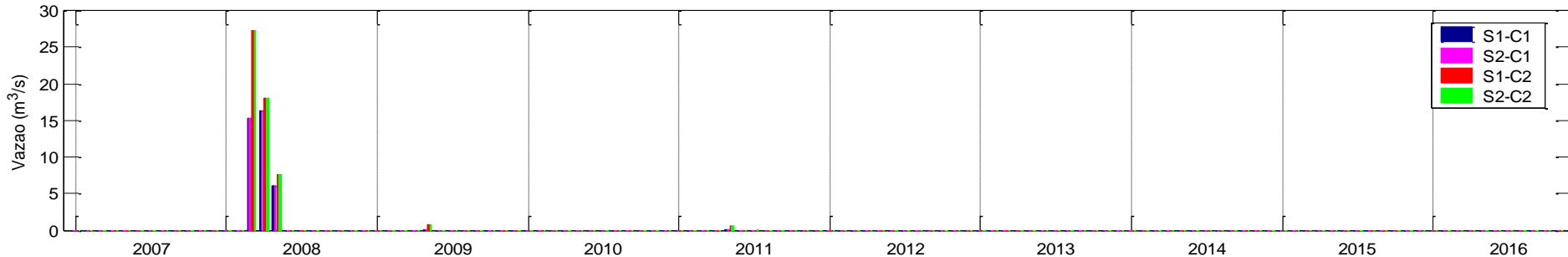
RESERVATORIO ENGENHEIRO AVIDOS - VOLUME DE AGUA



RESERVATORIO ENGENHEIRO AVIDOS - DESCARGA DE FUNDO

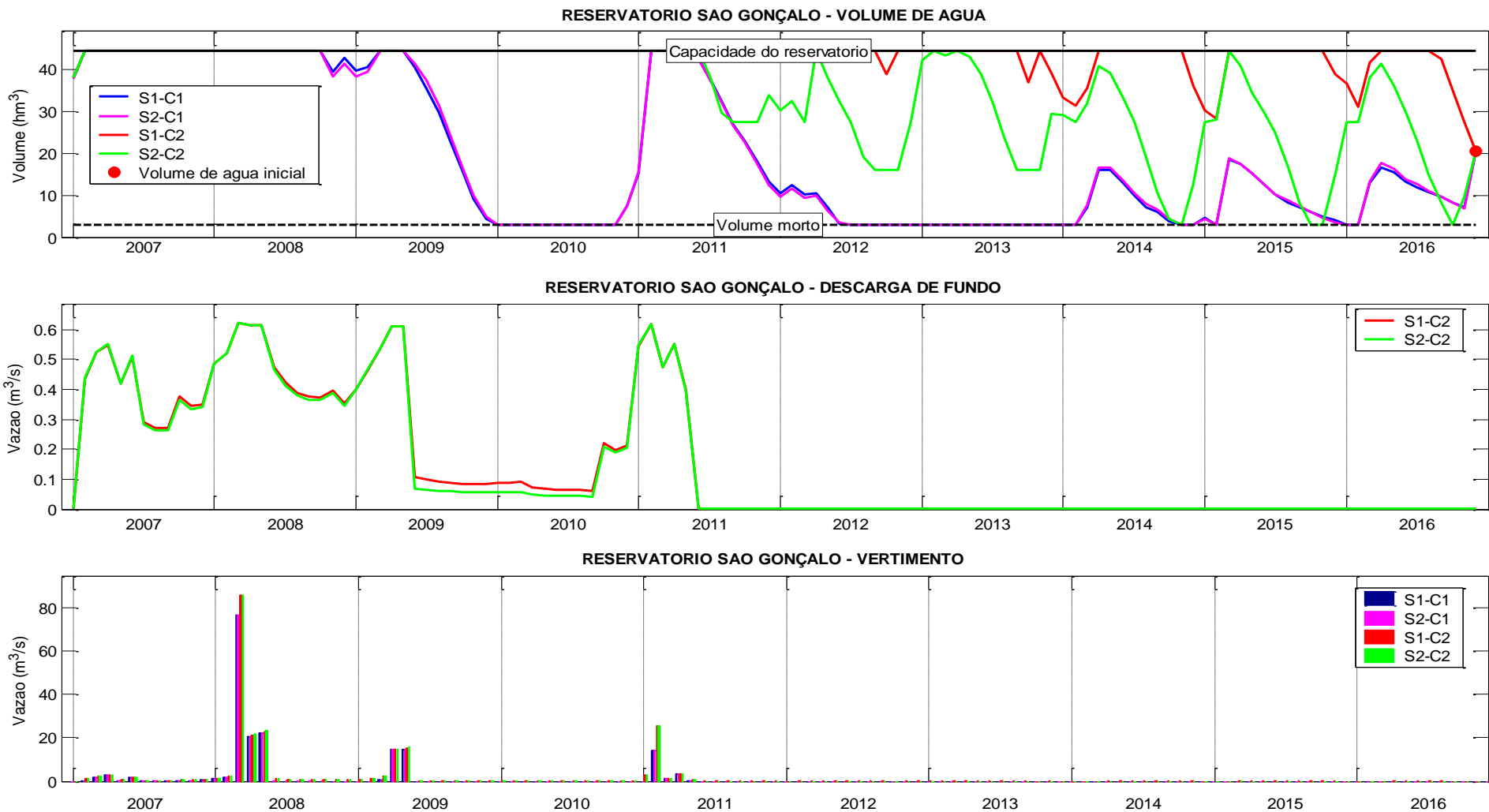


RESERVATORIO ENGENHEIRO AVIDOS - VERTIMENTO



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

Resultados do processo de otimização quantitativa do sistema de recursos hídricos:

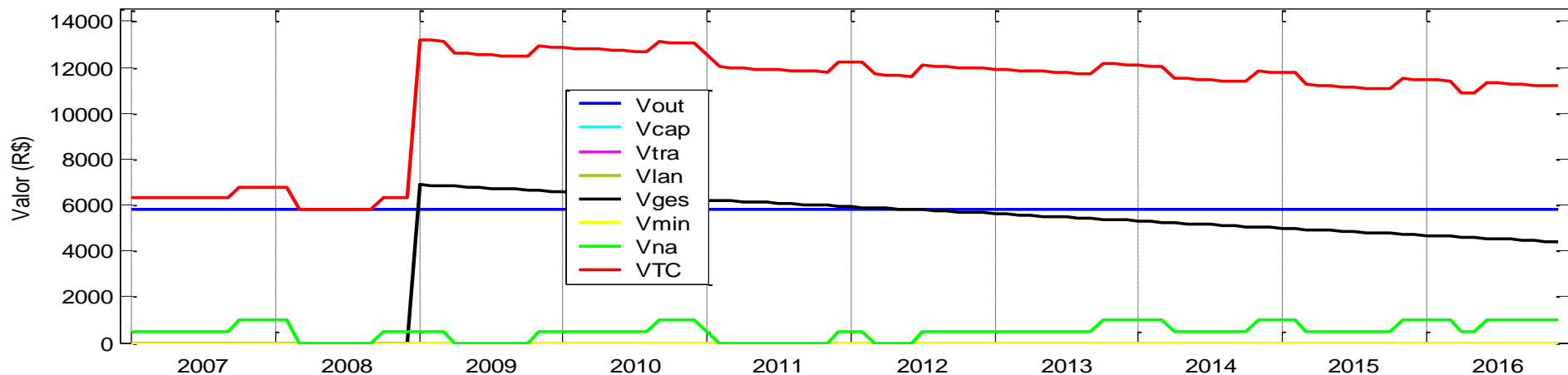


Volume de água, vazão vertida e vazão de descarga de fundo do reservatório São Gonçalo.

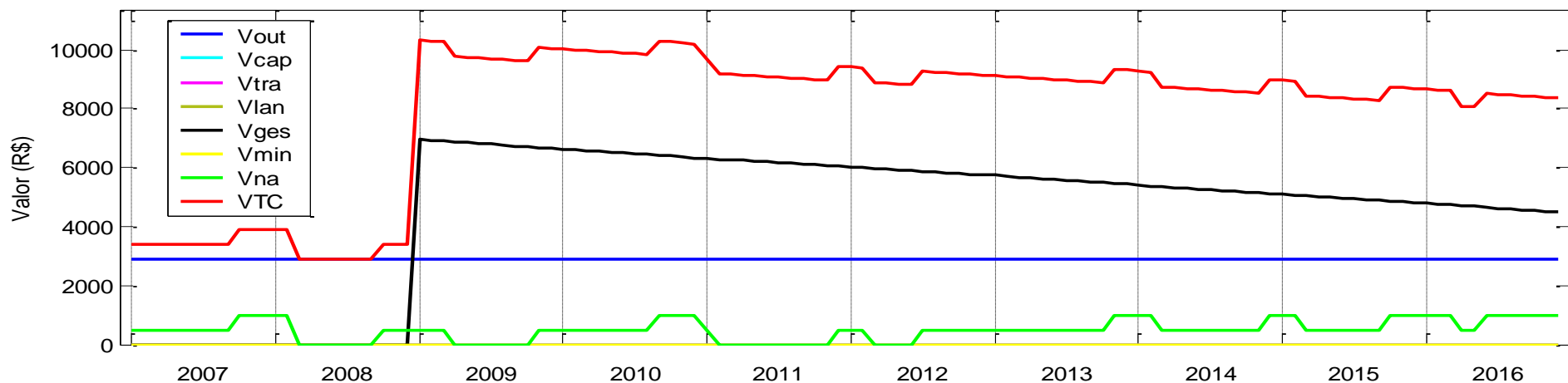
Análise da cobrança pelo uso dos recursos hídricos do cenário C1 na situação S1 e situação S2.



ABASTECIMENTO URBANO S1-C1



ABASTECIMENTO URBANO S2-C1

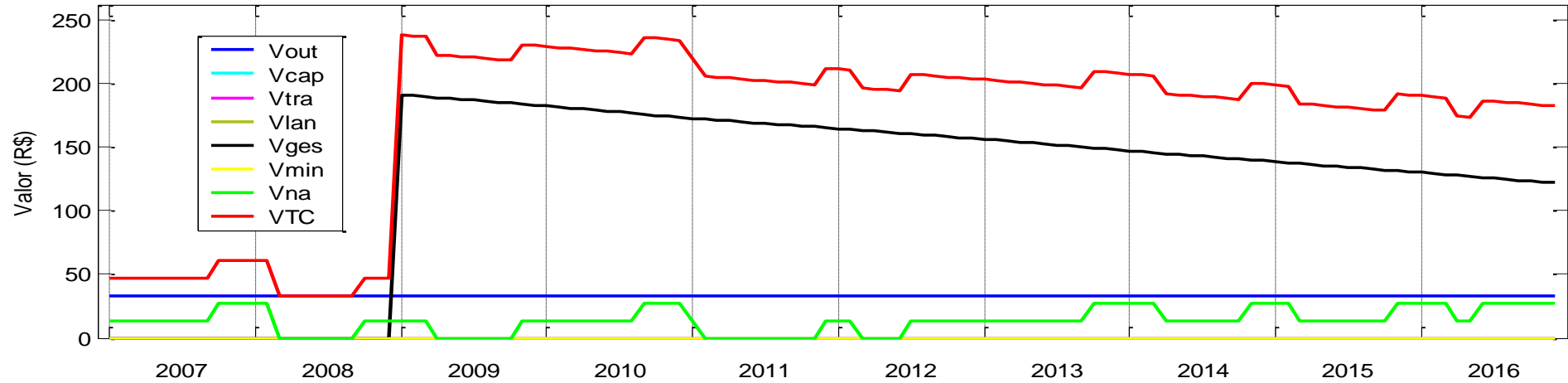


Componentes do VTC para o Abastecimento Urbano nas situações S1 e S2 do cenário C1 (S1-C1 e S2-C1).

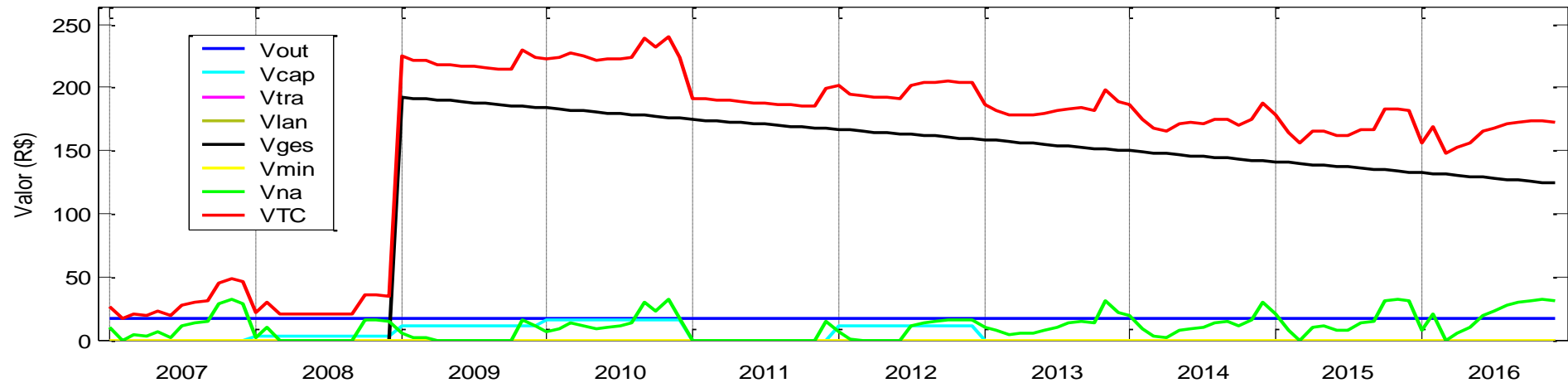
Análise da cobrança pelo uso dos recursos hídricos do cenário C1 na situação S1 e situação S2.



IRRIGANTE A S1-C1



IRRIGANTE A S2-C1

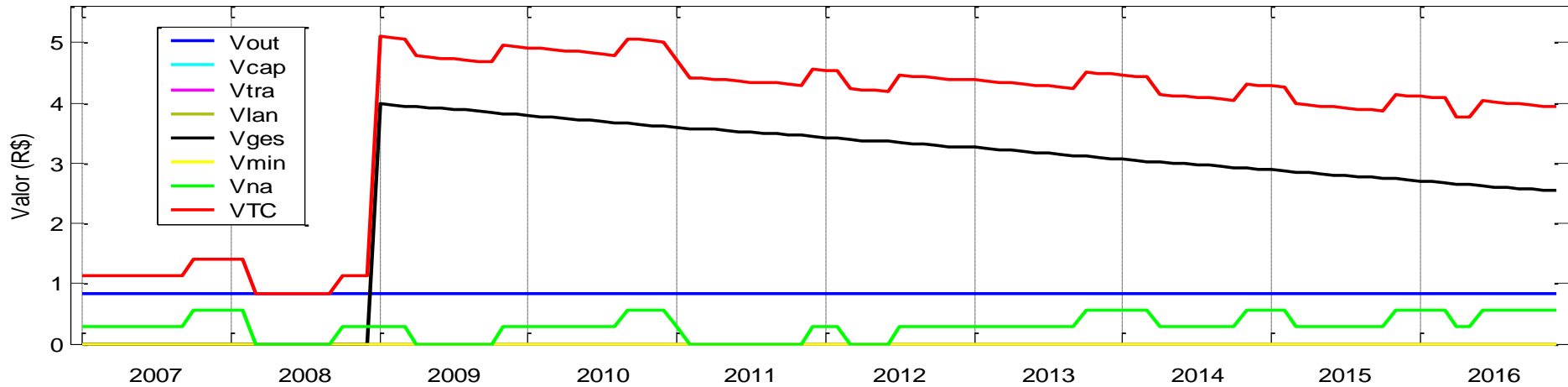


Componentes do VTC para o Irrigante_A nas situações S1 e S2 do cenário C1 (S1-C1 e S2-C1).

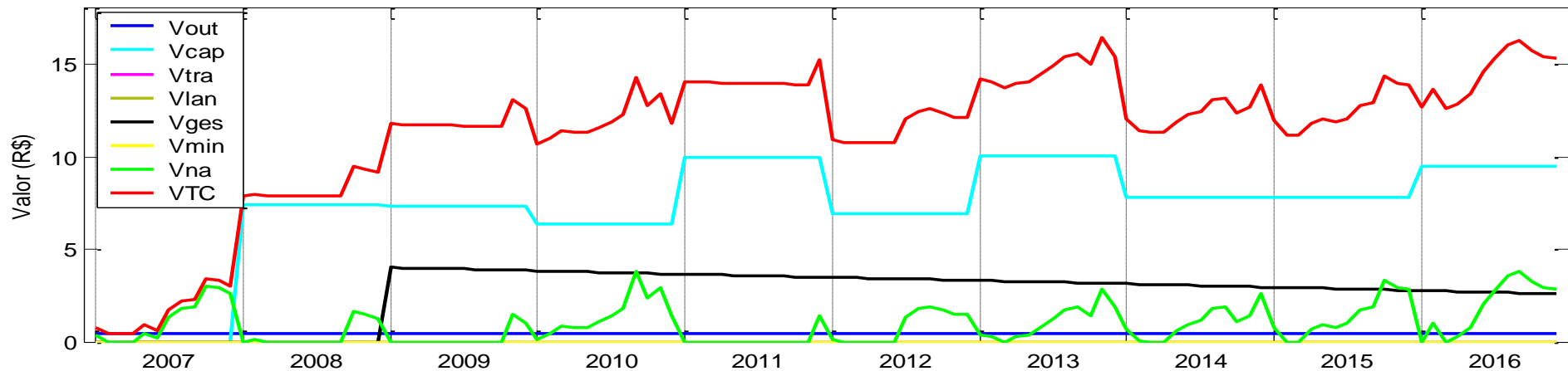
Análise da cobrança pelo uso dos recursos hídricos do cenário C1 na situação S1 e situação S2.



IRRIGANTE B S1-C1



IRRIGANTE B S2-C1

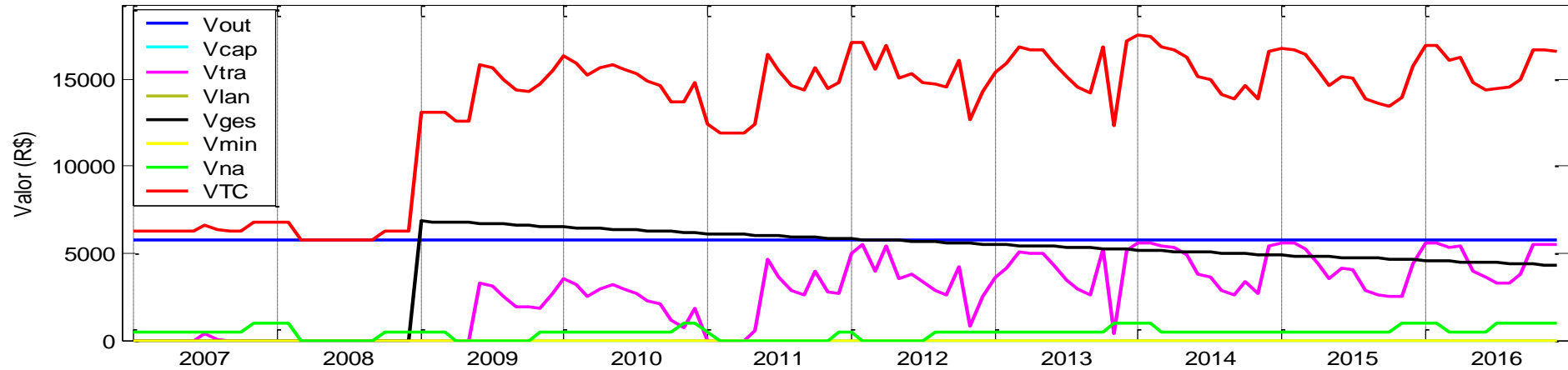


Componentes do VTC para o Irrigante_B nas situações S1 e S2 do cenário C1 (S1-C1 e S2-C1).

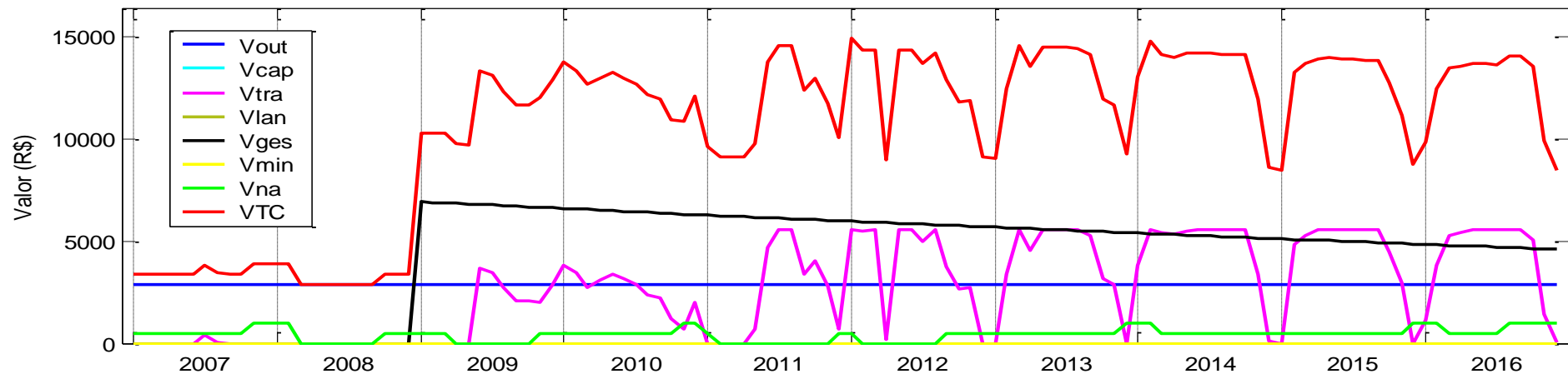
Análise da cobrança pelo uso dos recursos hídricos do cenário C2 na situação S1 e situação S2.



ABASTECIMENTO URBANO S1-C2



ABASTECIMENTO URBANO S2-C2

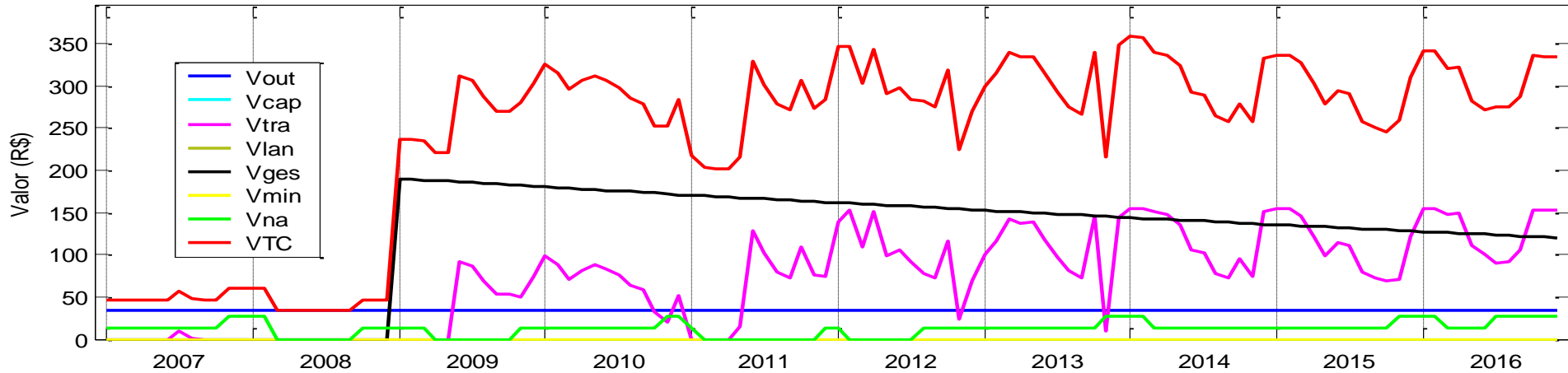


Componentes do VTC para o Abastecimento Urbano nas situações S1 e S2 do cenário C2 (S1-C2 e S2-C2).

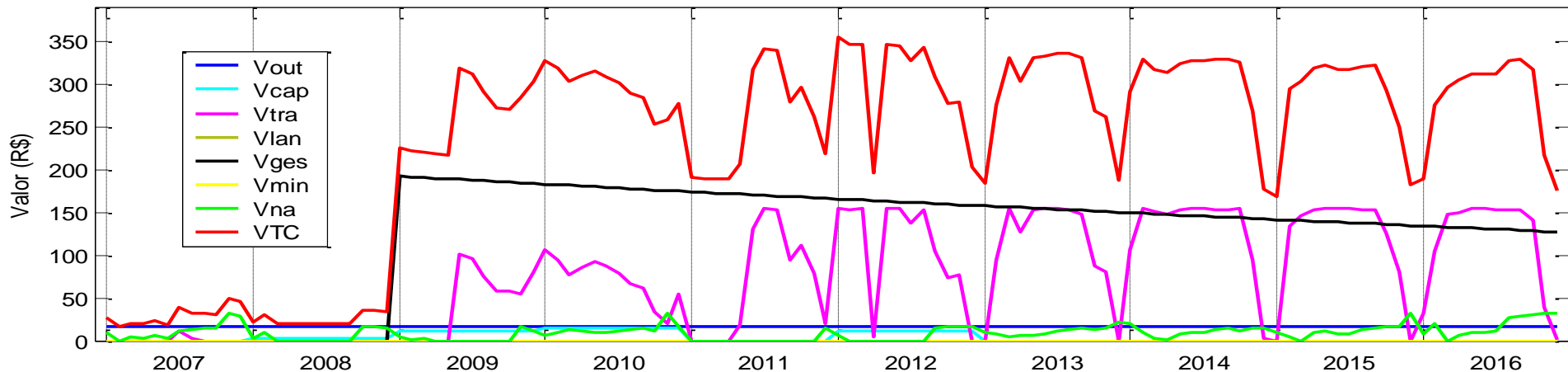
Análise da cobrança pelo uso dos recursos hídricos do cenário C2 na situação S1 e situação S2.



IRRIGANTE A S1-C2

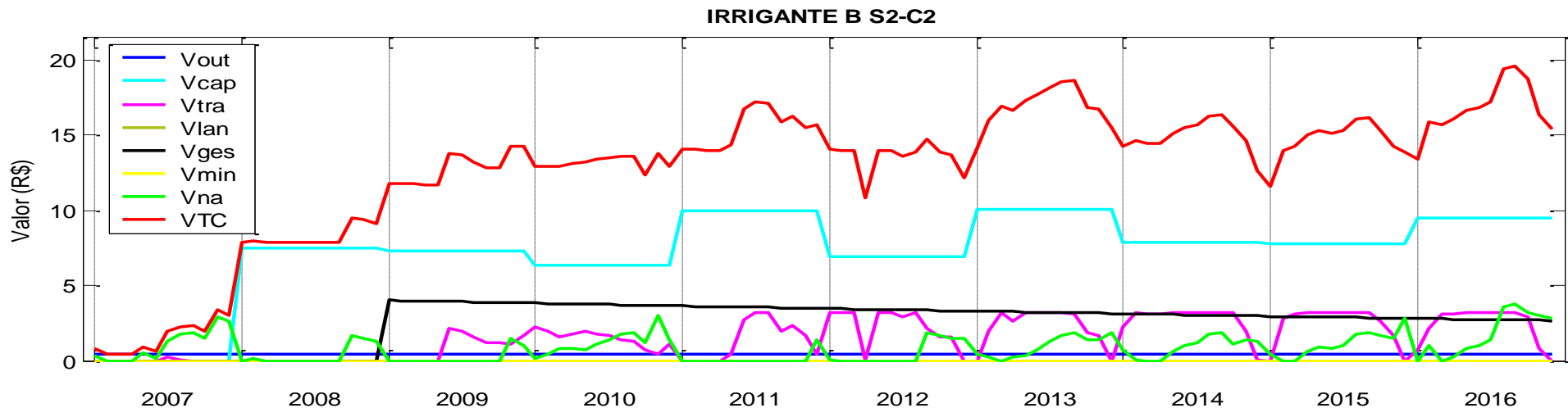
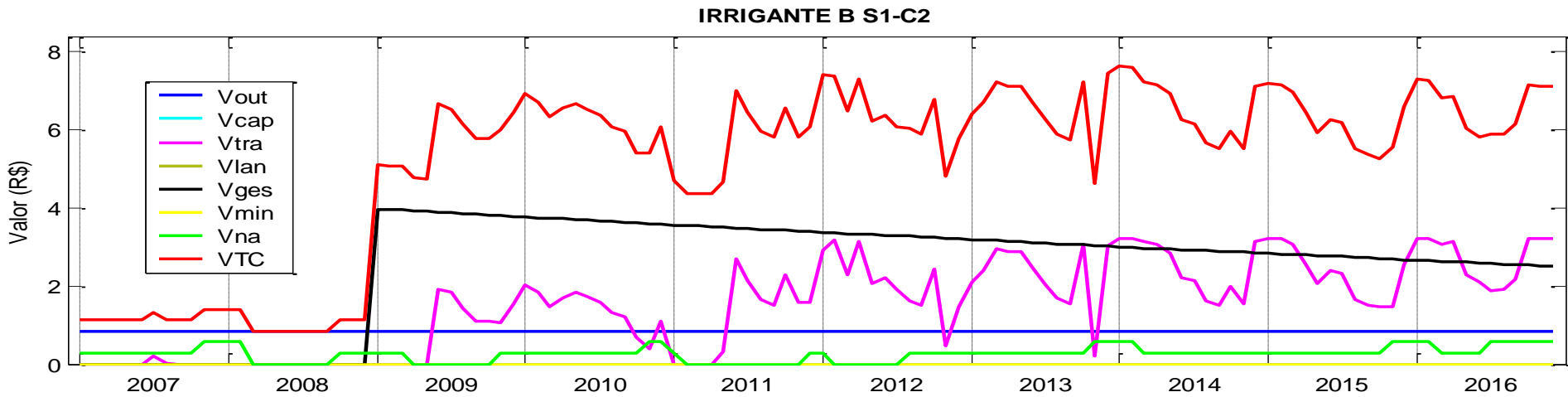


IRRIGANTE A S2-C2



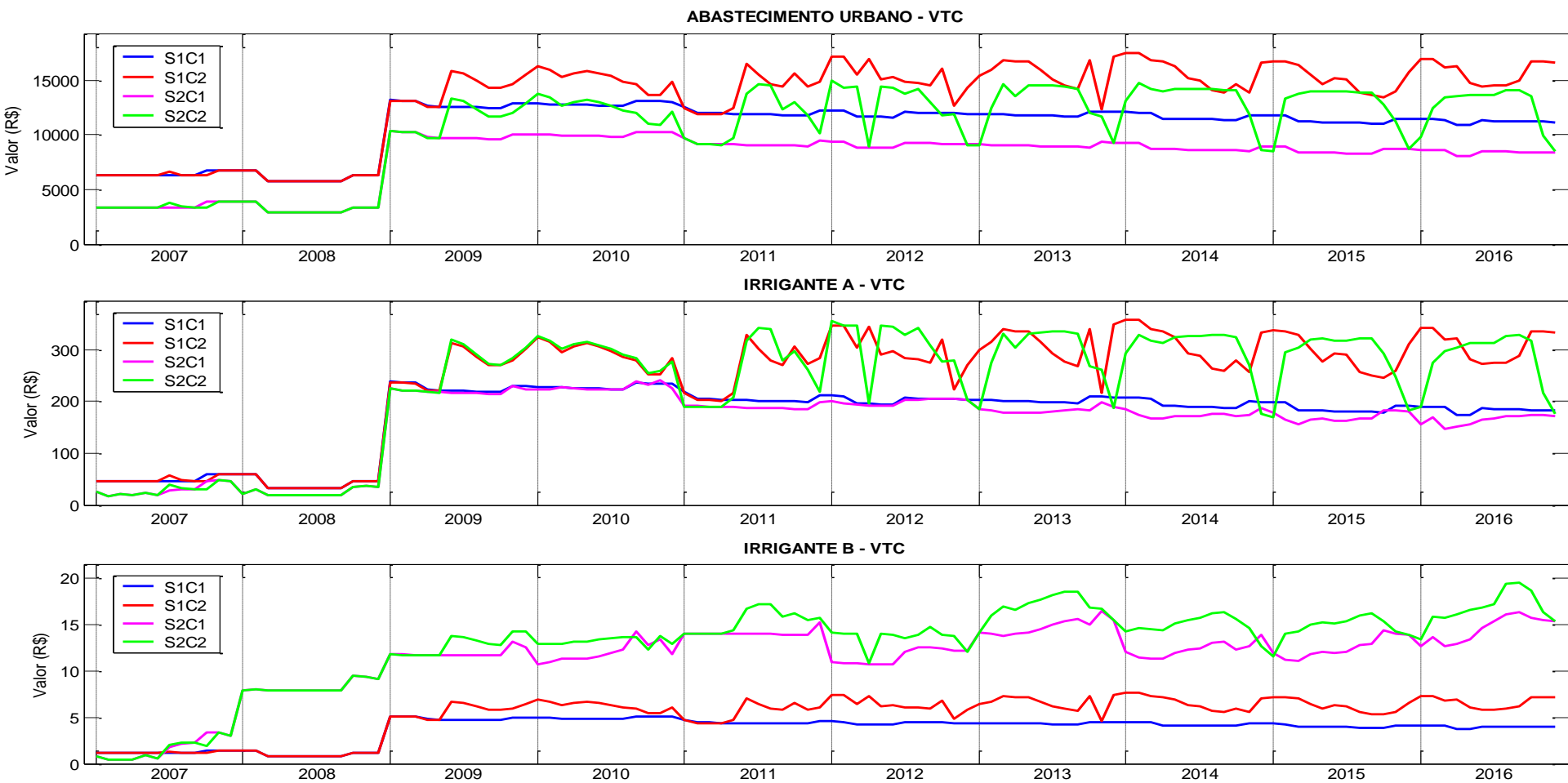
Componentes do VTC para o Irrigante_A nas situações S1 e S2 do cenário C2 (S1-C2 e S2-C2).

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



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

Comparativo do VTC em todos os cenários e situações analisadas



Comparativo do VTC do Abastecimento Urbano, do Irrigante_A e do Irrigante_B em todos os cenários e situações analisadas.

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) da proposta de cobrança | | | |
|----------------------|---|--|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | 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 do m ³ /mês em outros modelos de cobrança | | | |
| | | Modelo PB | Modelo São Fco. (Met. Vigente) | Modelo São Fco. (Met. Nova) | Modelo Paranaíba |
| 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



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)

Características da proposta de cobrança pelo uso dos recursos hídricos: conclusão



- 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;

Características da proposta de cobrança pelo uso dos 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;

Características da proposta de cobrança pelo uso dos recursos hídricos: 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;

Características da proposta de cobrança pelo uso dos recursos hídricos: 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;

Características da proposta de cobrança pelo uso dos recursos hídricos: 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**;



Os resultados obtidos demonstraram que o modelo de cobrança proposto apresenta:



- **Objetividade** ao vincular outorga e cobrança;
- **Viabilidade operacional**, já que apresentou um desempenho **transparente** a partir de uma forma explícita de cálculo;
- A capacidade do modelo de cobrança proposto **se adequar a diversas realidades e cenários**;
- **A existência ou não de medidor de vazão** pode onerar o VTC;
- Penalizar a existência de **reservas hídricas**;
- O uso de **bandeiras tarifárias** e os efeitos da sazonalidade;
- O uso da **componente gestão**;

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.

Análises futuras em relação ao modelo proposto:



- 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.



MUITO OBRIGADO!



*UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu
VIII Encontro Estadual dos Comitês de Bacias Hidrográficas da Paraíba*

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

PROF. DR. ENÉAS NETO (CCJS / UFPA)

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

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

Apoio:

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)