



Workshop de Energia da FIESP : Setor Elétrico e Mecanismos de Resposta da Demanda

Prof. Dorel Soares Ramos – Escola Politécnica da USP

São Paulo, 21 de Junho de 2017

Projeto de P&D (ALCOA) Estreito Energia / MRTS / USP



“Resposta da Demanda Industrial e sua Influência na formação dos Preços no Mercado de Energia Elétrica de Curto Prazo”.

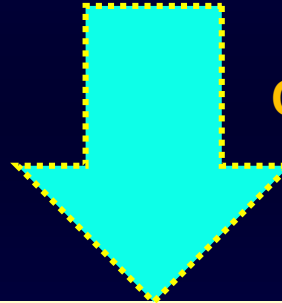
São Paulo , 21 de Junho de 2017.

Caracterização do Projeto:

Objetivos e Justificativa

Caracterização do Projeto

- Os programas de incentivo à resposta da demanda, adotados em muitos mercados de energia elétrica, **tem oferecido resultados importantes.**



Com essa inspiração ...

Projeto tem foco na avaliação da Resposta da Demanda, representada por Consumidores Industriais da área de Alumínio; Siderurgia / Aço e Petroquímica, contribuindo para o Despacho otimizado do Sistema Interligado.

Frentes de Desenvolvimento do Projeto

- I. Linha de Pesquisa 1:** Estudo detalhado do funcionamento dos setores de Alumínio, Aço / Siderurgia e Petroquímica, com ênfase nos ciclos operativos e flexibilização da produção industrial.
- II. Linha de Pesquisa 2:** Definição de “**Produto**”(s) do setor elétrico para atrair a participação de Grandes Consumidores Eletrointensivos em Mecanismo de Redução voluntária da Demanda.
- III. Linha de Pesquisa 3:** Desenvolvimento de Metodologia / Modelagem e simulações computacionais para aferição da influência da ORC no comportamento (**energético**) do SIN e na formação do PLD.

Antecedentes : Implantação da Oferta de Redução de Carga foi proposta já no Projeto RE-SEB (1998)

- ***Consumidores > 10 MW poderiam ofertar redução de carga e determinar preço de curto prazo.***
- ***Custo de participação recuperado pelos Encargos de Serviços do Sistema para atrair participantes.***

**Estamos com
quase 20 anos
de atraso !!!!!**

A linha principal de investigação focaliza a qualificação e quantificação dos benefícios sistêmicos potenciais por conta da introdução de uma demanda **flexível** de porte relevante, dentre os quais podem ser citados*:

- I. Contribuição para mitigar o poder de mercado de agentes geradores.**
- II. Contribuição para redução da volatilidade dos preços de curto prazo.**
- III. Contribuição para um aumento da confiabilidade do suprimento e; além disso,**
- IV. contribuição para melhor aproveitamento dos recursos produtivos.**

***) Souza, Zebedeu F.** “A importância da reação da demanda na formação dos preços de curto prazo em mercados de energia elétrica”. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – 2009 (Orientação : Prof. Dr. Dorel Soares Ramos)

Vertentes de Investigação do Projeto

- i. Estabelecimento das possibilidades de “**Resposta da Demanda das indústrias de Alumínio, Aço e Petroquímica no Brasil**” .
- ii. Identificação de incentivos efetivos para cada indústria – **produtos horários / diários / semanais / mensais / limites de participação.**
- iii. Simulação dos efeitos da resposta da demanda na **formação de preços** no mercado de curto prazo.

Aspectos Inovadores do Projeto – Visão do alcance do Projeto

- i. A busca de arranjos negociais e regulatórios e estratégias de comercialização de produtos que permitam maximizar os ganhos econômicos sistêmicos e dos Agentes ofertantes do serviço, **viabilizando eventuais investimentos para participação do mecanismo**; e,
- ii. ao mesmo tempo, mantendo um nível de risco de “perpetuidade do negócio” que possa ser assimilado de forma confortável pelos acionistas controladores das indústrias envolvidas.

O Setor Elétrico Brasileiro da atualidade apresenta novos e tremendos desafios aos órgãos responsáveis ao planejamento e operação tais como:

- i. Períodos hidrológicos desfavoráveis e prolongados (2013 em diante no NE, p.ex.), agravado pela reduzida capacidade de regularização do parque gerador frente ao porte do mercado, que foi determinante para o despacho de toda a capacidade térmica instalada;
- ii. Em condições normais de afluência, tem-se verificado a necessidade de despacho de usinas termelétricas movidas à óleo combustível para atendimento da demanda de ponta (ONS, 2013).

A implantação de mecanismos de resposta da demanda tem a vantagem de não depender de grandes investimentos e prazos alongados para construção de projetos de reforço da oferta.

Desenvolvimento de proposta de produtos elétricos e energéticos que estimulem grandes consumidores, tais como produtores de alumínio primário, indústria petroquímica, produtores de aço e indústria de gases industriais a participar de um mecanismo de **“Resposta da Demanda”**.

Objetivo do Projeto - Detalhamento

Definir uma modelagem para a formação de preços dos produtos elétricos e energéticos, buscando a atratividade e considerando a projeção dos preços de energia no MCP “vis-a-vis” a projeção de preço de seus produtos.


- ❖ De início pode-se imaginar um produto similar a um Contrato de Disponibilidade de uma termelétrica, onde a Receita Fixa cobre (parte ??) os custos fixos da indústria e o custo variável estaria associado à sua “**Curva de Disposição a Não Consumir** (Curva de Utilidade)”, que se assemelharia a uma curva de CVU para cada bloco de capacidade instalada de “termelétrica fictícia”.

Avaliação Preliminar da ORC

■ **Simulação**

- ◆ Foi, inicialmente, aferida de forma bastante preliminar a influência da ORC no modelo atual de formação de preços.
- ◆ Foi analisada a sensibilidade do PLD à incorporação do ORC (níveis de preço e volatilidade).

Oferta de Redução de Carga (ORC) _ Caracterização do Estudo desenvolvido

- **Objetivo do estudo: analisar a sensibilidade do atual modelo de formação de preços à incorporação da Oferta de Redução de Carga.**
- **O estudo se dividiu em três partes:**
 - ◆ **Avaliação dos efeitos da ORC no longo prazo (cinco anos)** 
 - **Introdução da ORC no NEWAVE.**
 - ◆ **Avaliação dos efeitos da adesão conjuntural à ORC:**
 - **Introdução da ORC exclusivamente no DECOMP (com a função de custo futuro original do Newave).**
 - ◆ **Avaliação dos efeitos da consideração da ORC tanto no DECOMP quanto na construção da função de custo futuro.**
- **Também foram analisados os efeitos da ORC sobre a volatilidade dos preços.**

Aferição do efeito da Oferta de Redução de Carga

- A incorporação da ORC ao sistema foi representada por meio da introdução de blocos de usinas termelétricas virtuais.
- Foram simulados dois cenários:

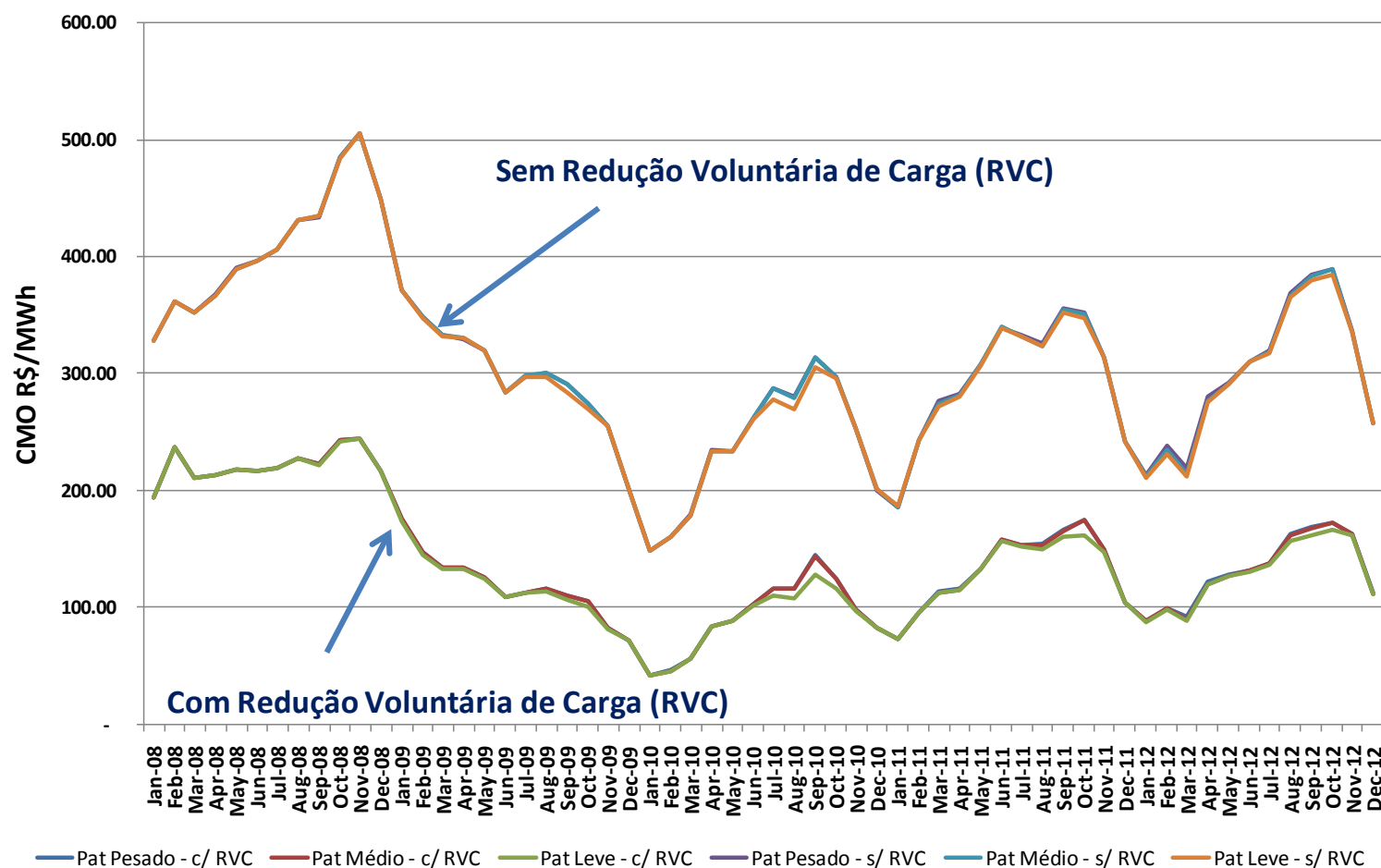
<i>Usinas termelétricas virtuais representando a RVC</i>	<i>Disponibilidade (MW)</i>	<i>Disposição para redução de carga (R\$/MWh)</i>
RVC I (representada tanto no cenário conservador quanto no de referência)	800 MW	R\$100,00
RVC II (representada no cenário de referência)	800 MW	R\$ 130,00
RVC III (representada no cenário de referência)	800 MW	R\$ 150,00
RVC IV (representada no cenário de referência)	800 MW	R\$ 200,00

- Os montantes utilizados no estudo de caso são meramente prospectivos, sem nenhuma pretensão de respaldo conceitual e de representatividade de condições reais para os valores de montante e patamar de atratividade utilizado.

Análise dos resultados: Efeitos no Longo Prazo

■ Efeito da ORC no longo prazo (jan/08 a dez/12)

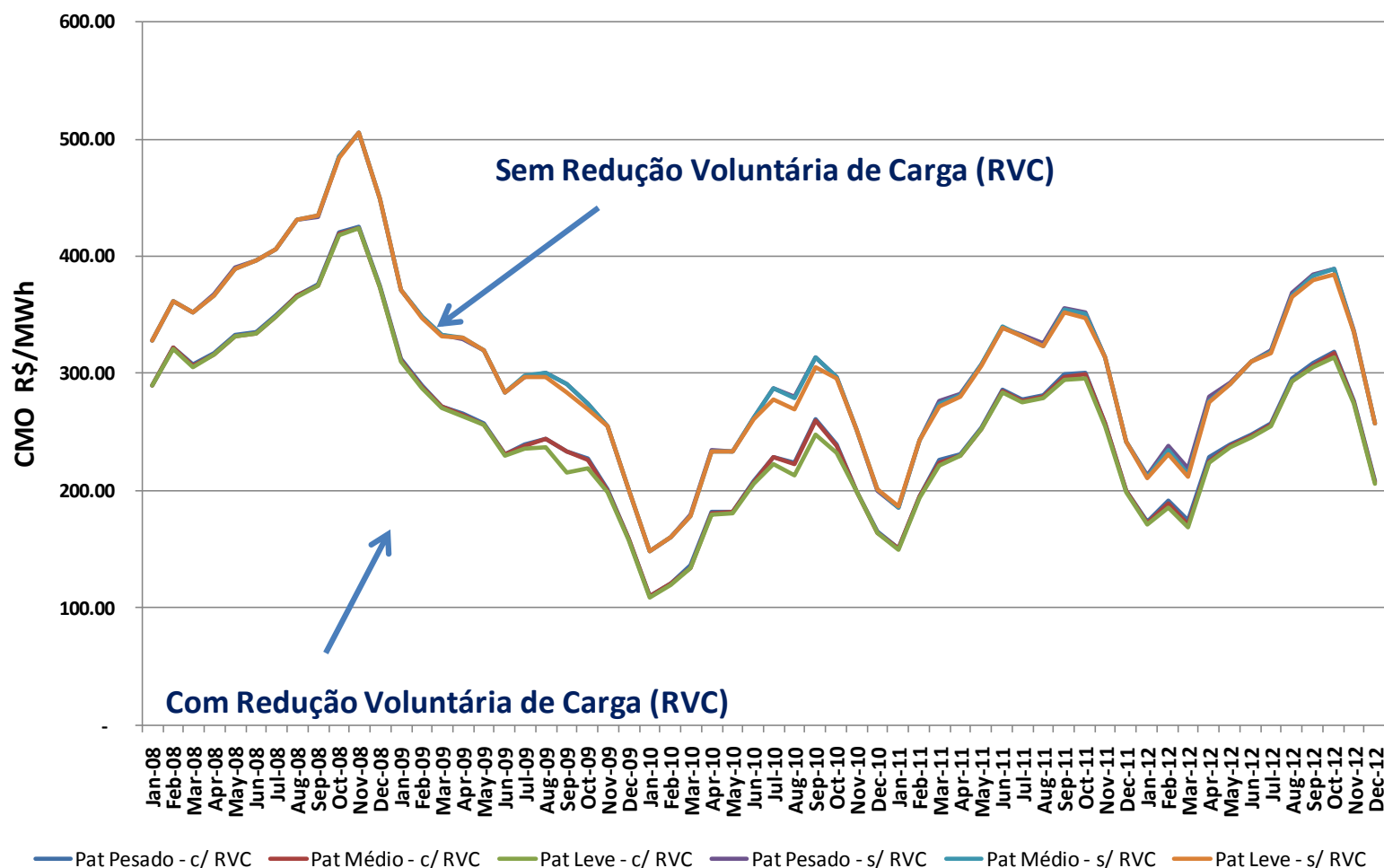
◆ Cenário de referência



Análise dos resultados: Efeitos no Longo Prazo

■ Efeito da ORC no longo prazo (jan/08 a dez/12)

◆ Cenário conservador

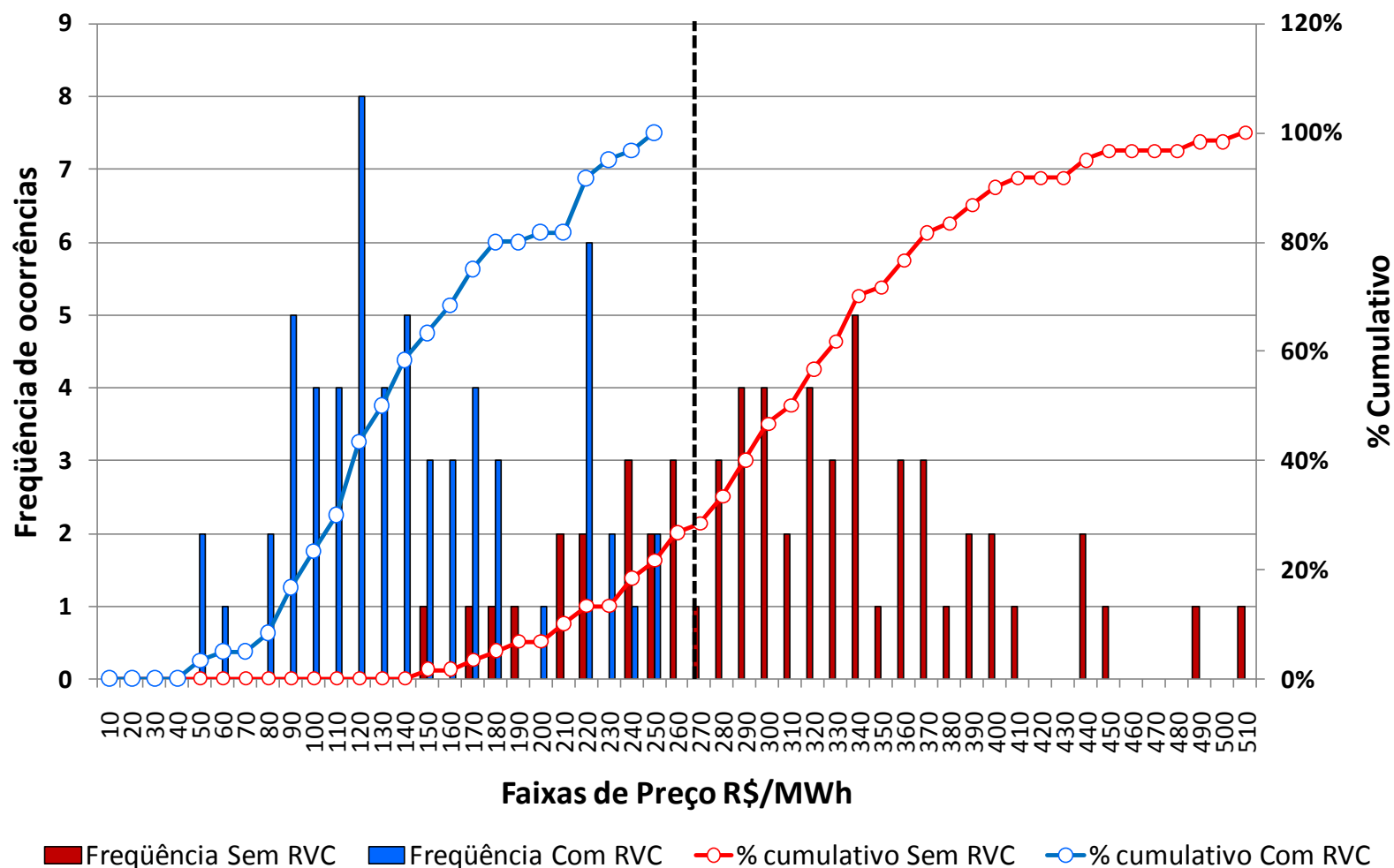


Análise dos resultados: Efeitos no Longo Prazo

- A incorporação da ORC reduziu de forma significativa os picos de preços:
 - ◆ O CMO máximo verificado na simulação, **para comparar com o valor de R\$ 505,60/MWh na versão sem a ORC**, foi de:
 - R\$ 244,34/MWh no cenário de referência e
 - R\$ 424,67/MWh no cenário conservador,
- Houve também uma maior concentração de preços em faixas mais baixas, resultado do acionamento da RVC em substituição ao despacho de termelétricas com custos variáveis particularmente elevados.

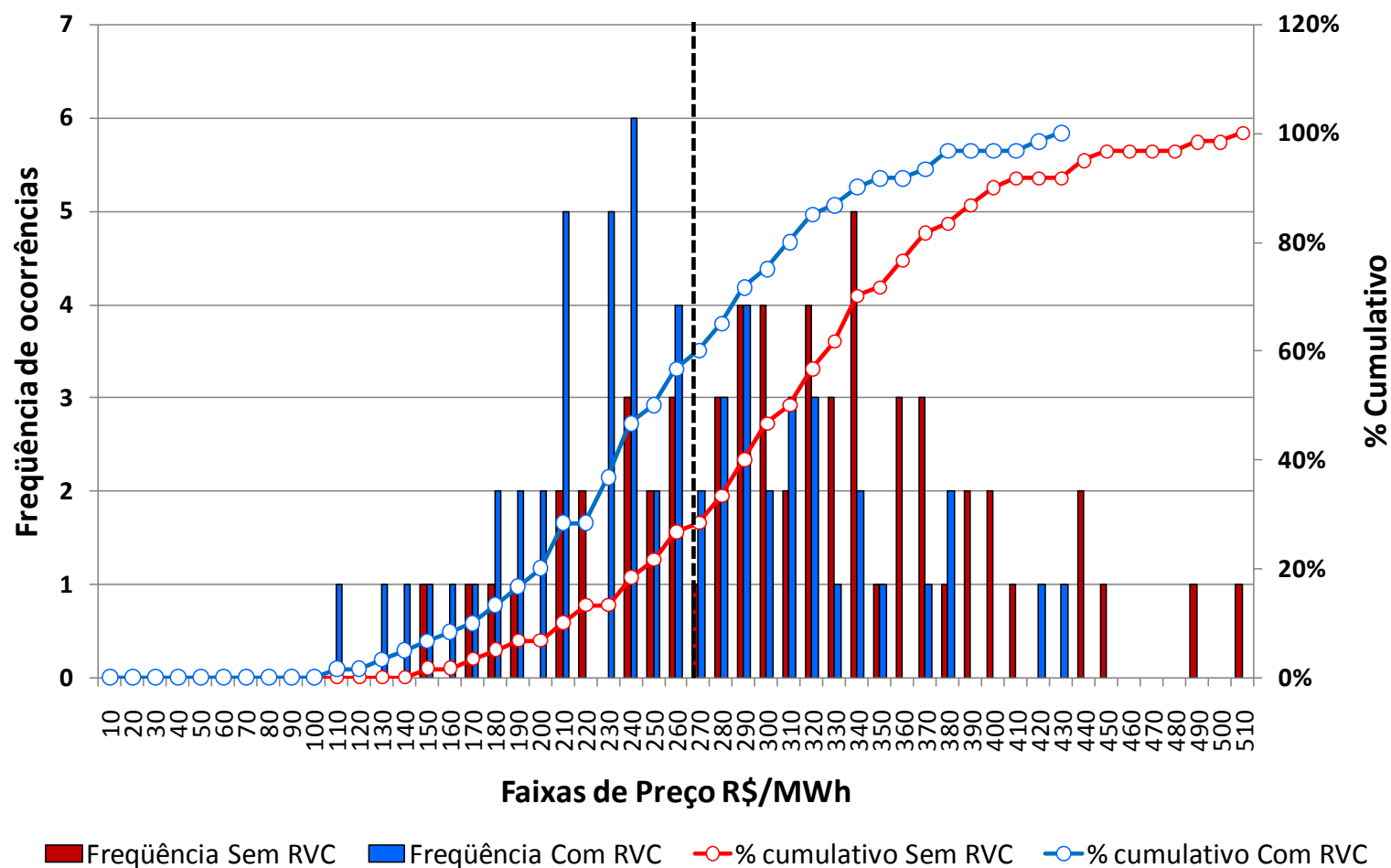
Análise dos resultados: Efeitos no Longo Prazo

■ Distribuição do PLD (simulação cenário de referência)



Análise dos resultados: Efeitos no Longo Prazo

■ Distribuição do PLD (simulação cenário conservador)



Análise dos resultados: Volatilidade do PLD

- Considerando os três patamares de carga, houve uma redução do desvio padrão em :
 - ◆ 32% no cenário de referência e
 - ◆ 9% no cenário conservador (em R\$/MWh)

	<i>Desvio Padrão (R\$/MWh) sem RVC</i>	<i>Desvio Padrão (R\$/MWh) com RVC</i>	<i>Desvio Padrão (R\$/MWh) com RVC</i>
		<i>Cenário Conservador</i>	<i>Cenário de Referência</i>
Patamar Pesado	76,34	69,37	51,74
Pat Médio	76,42	69,54	51,82
Pat Leve	76,56	69,77	51,73
		-9%	-32%

Análise dos resultados: Introdução da ORC no modelo de curto prazo (DECOMP)

- **Caso 1: ORC somente no DECOMP (função de custo futuro original)**
 - ◆ **Objetivo: analisar a sensibilidade do preço caso a ORC fosse exclusivamente um recurso de curtíssimo prazo (situação atual, onde não se considera a RVC na formação do preço, a não ser “ex-post”).**
- **Caso 2: ORC no DECOMP e na função de custo futuro**
 - ◆ **Objetivo: analisar a sensibilidade do preço caso a ORC pudesse ser considerada como um recurso de longo prazo.**

Análise dos resultados:

Introdução da ORC no modelo de curto prazo (DECOMP)

■ Cenário de referência

	Caso 1		Caso 2
	<i>Condição Original</i>		<i>RVC no Newave (FCF) e no Decomp</i>
	<i>Sem RVC (PLDs originais)</i>	<i>RVC somente no Decomp</i>	
Patamar Pesado	475,53	432,40	285,83
Patamar Médio	473,30	432,40	285,83
Patamar Leve	472,21	432,40	285,83

■ Cenário conservador

	Caso 1		Caso 2
	<i>Condição Original</i>	<i>Condição 1</i>	<i>Condição 2</i>
	<i>Sem RVC (PLDs originais)</i>	<i>RVC somente no Decomp</i>	<i>RVC no Newave (FCF) e no Decomp</i>
Patamar Pesado	475,53	432,40	421,71
Patamar Médio	473,30	432,40	421,71
Patamar Leve	472,21	432,40	419,31

**Opção de implementação da
Oferta de Redução de Carga**

- **Diferentemente do momento em que a Coopers & Lybrand propôs o mecanismo de ORC, atualmente:**
 - ◆ todos os consumidores atuantes no mercado livre e, portanto, elegíveis para aderir ao programa, tem obrigação de contratação de 100% de suas cargas.

- **Ponderando o arranjo atual, é possível avançar uma proposta :**
 - ◆ em que se dispensa a instalação de dispositivos de desconexão compulsória da carga,
 - ◆ ou mesmo se dispensa a aplicação de penalizações que dependam de fiscalização e que possam dar margem a judicialização das decisões do Regulador.

Opção de implementação da Oferta de Redução de Carga

- Consumidor participante da ORC tem seus contratos registrados na CCEE e ao ser acionado para reduzir determinado montante de carga :
 - ◆ deve-se considerar uma redução de igual volume em seu total de contratos (**compulsória e automaticamente aplicada pela CCEE**).
- Como os geradores, que têm a obrigação da entrega da correspondente energia, têm suas obrigações mantidas, o volume reduzido passa a ser uma disponibilidade sistêmica.
- **Qualquer consumo a maior:**
 - ◆ penalização pelo pagamento da própria exposição no MCP (sendo que se a redução foi acionada, pressupõe-se PLD elevado), além da penalidade por falta de lastro (janela móvel de 12 meses).

“Formatação de Produtos para operacionalizar Resposta da Demanda a estímulos de preço”

Diversas questões devem ser analisadas para a caracterização dos produtos, tais como:

- Quantos produtos serão oferecidos ao mercado ?
- Qual a demanda por estes produtos ?
- Como e quando será realizada a contratação ?
- Quais os parâmetros de definição dos produtos ?
(Custo variável, gatilho para acionamento, custo fixo, expectativa de utilização, máximo de utilização, energia vinculada ao produto, tempo mínimo de utilização uma vez acionado o mecanismo, etc.)
- Como os produtos serão precificados ?
- Qual a duração do contrato associado à implementação dos produtos ?

Caracterização dos Produtos

A caracterização dos produtos deve ser realizada de tal forma que:

- I. O comportamento dos consumidores seja previsível e possa ser devidamente incorporado ex-ante nos modelos de simulação energética (NEWAVE/DECOMP), influenciando diretamente na formação do preço no MCP.
- II. O sistema seja beneficiado com a presença das “térmicas virtuais” quando a situação conjuntural está se deteriorando (forte aumento do CMO).
- III. Haja adesão por parte do consumidor, que deve auferir benefícios nos momentos em que o mecanismo é executado, sendo remunerado pela disponibilidade para redução de carga ofertada ao sistema.
- IV. Deve-se garantir, ao mesmo tempo, que o Ofertante não seja exigido de forma demasiada, fato que poderia prejudicar sua atividade comercial e, por consequência, inibir o interesse.

Caracterização dos Produtos - Previsibilidade

Para que exista previsibilidade na aplicação do mecanismo, de tal forma que este seja “acoplado” aos modelos de simulação, é necessário que a contratação desta capacidade seja antecipada e tenha duração de no mínimo alguns meses, para que sensibilize a função de custo futuro do modelo.

Assim, da mesma forma como é realizado no caso da Espanha, sugere-se que a contratação da ORC (“Oferta de Redução de Carga”) seja realizada para no mínimo 1 ano de aplicação e que a pactuação seja efetivada com uma antecedência mínima de 2 meses à frente do mês de início da aplicação, para que o mercado não seja afetado por resultados bruscos e não esperados.

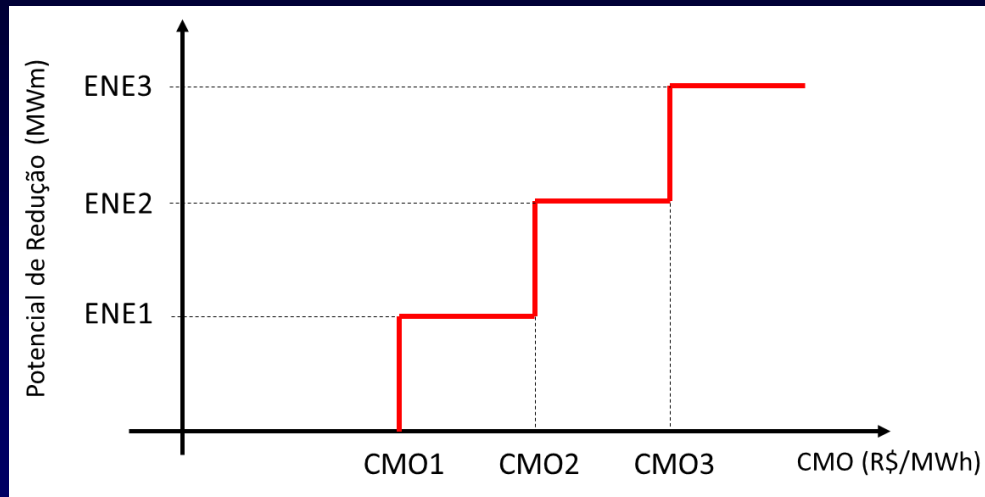
As avaliações de aplicabilidade e de precificação dos produtos deverão ser realizadas com cenários que reflitam as condições conjunturais do período de aplicação (PMO em $m-2$ com avaliação de m a $m+12$).



Caracterização dos Produtos - Conjuntura

O mecanismo de resposta a “demanda” deve, obviamente, considerar a conjuntura para a sua aplicação. Desta forma, pode-se considerar que o “gatilho” que executará o mecanismo estará ligado ao CMO, que representa esta situação conjuntural.

Da mesma forma que existe a necessidade da construção de térmicas de diferentes combustíveis no sistema, também seria ideal que fossem formulados produtos com diferentes “combustíveis”, ou seja, com diferentes custos fixos e variáveis.



Ex.: Produto com três blocos de oferta e três “gatilhos de acionamento !

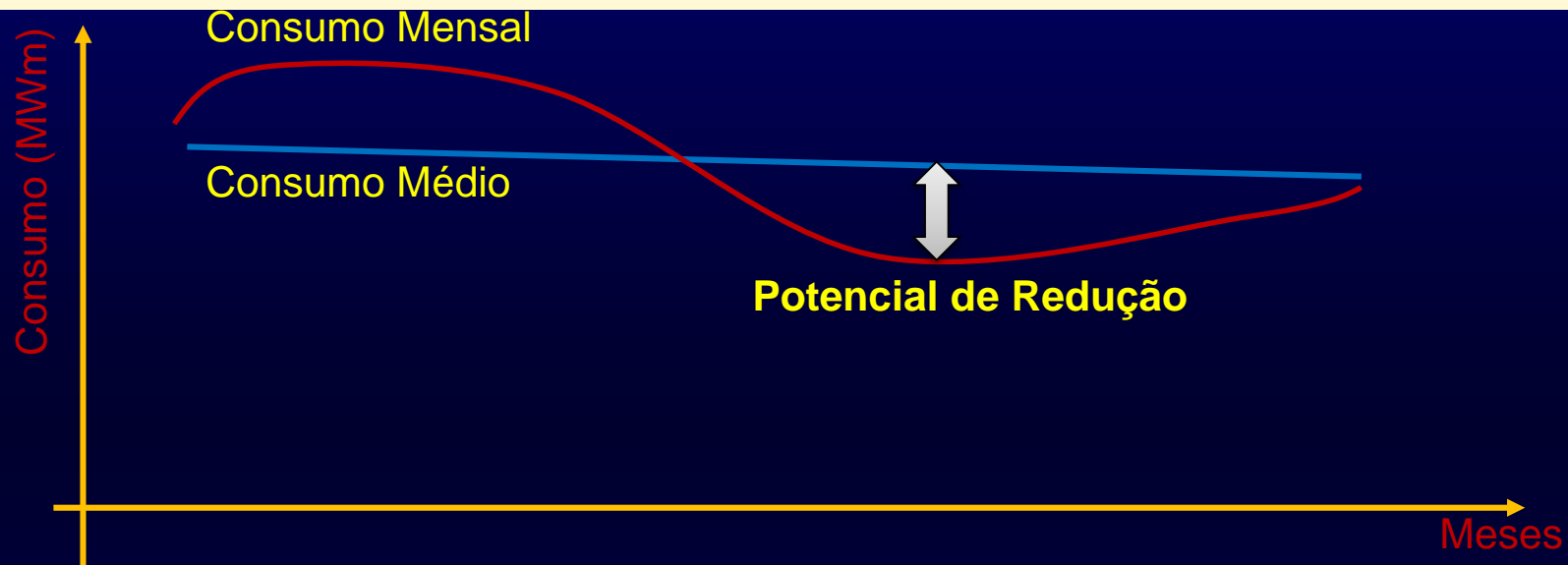
Os produtos devem ser atrativos para o consumidor, de tal forma que este visualize potenciais ganhos de receita ou redução de risco na comercialização de energia.

Nessa perspectiva, sugere-se que os produtos possuam no mínimo a especificação das seguintes características:

- 1) Remuneração Mensal Fixa (R\$/Mês).
- 2) Remuneração Variável (R\$/MWh).
- 3) Número de meses ou semanas máximas de despacho.
- 4) Período mínimo de aplicação, uma vez exista o acionamento !
- 5) Volume Comprometido (MWm) .

A avaliação do “consumo de base” do consumidor deve ser realizada através da média dos últimos 12 meses registrados na CCEE.

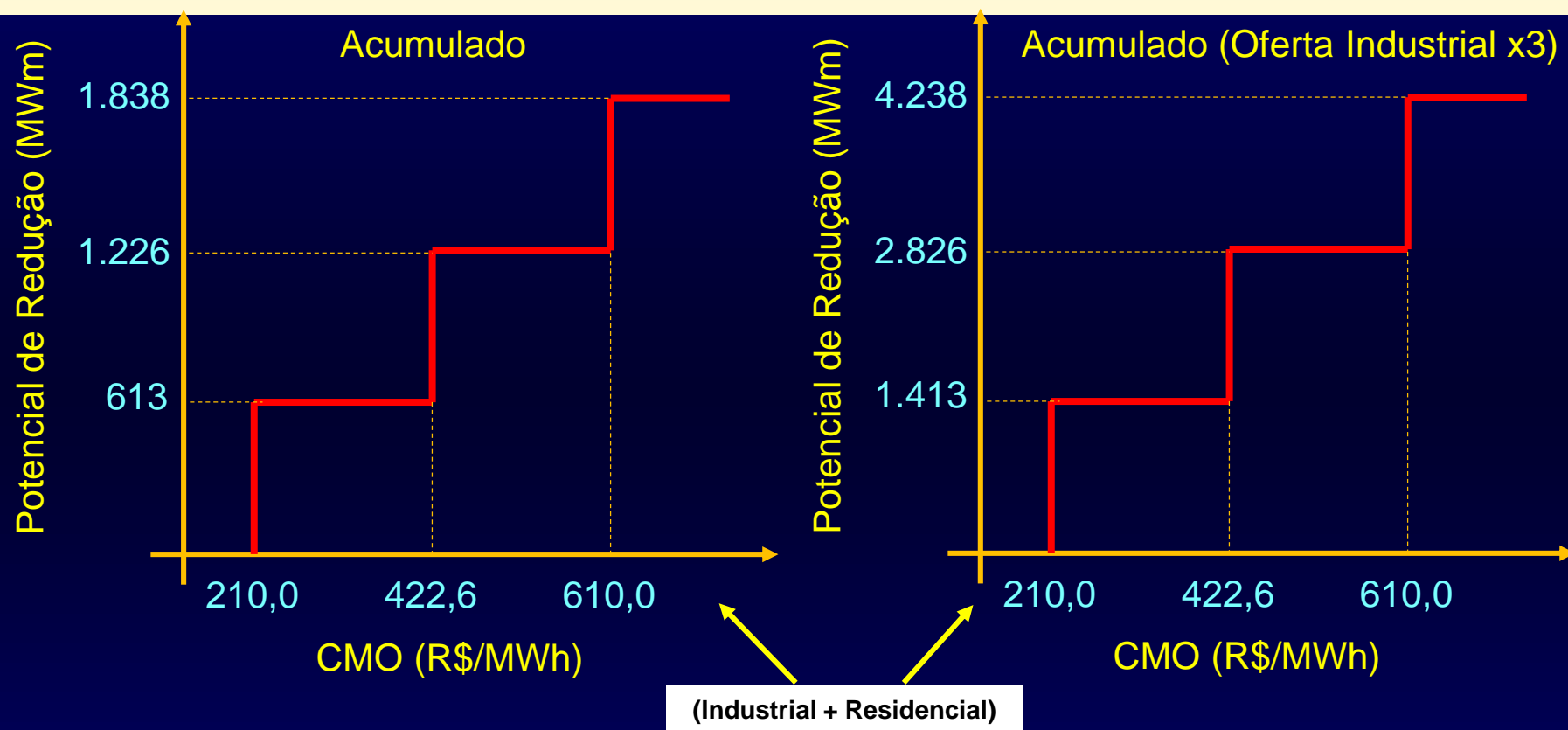
Consumidor Industrial: Potencial de Redução



Se for considerado que o potencial de redução de cada consumidor corresponde à variação entre o menor consumo mensal deste e um consumo de referência (média móvel), o potencial do Brasil (soma do potencial de todos os consumidores) passa a ser de 1.205 MWm.

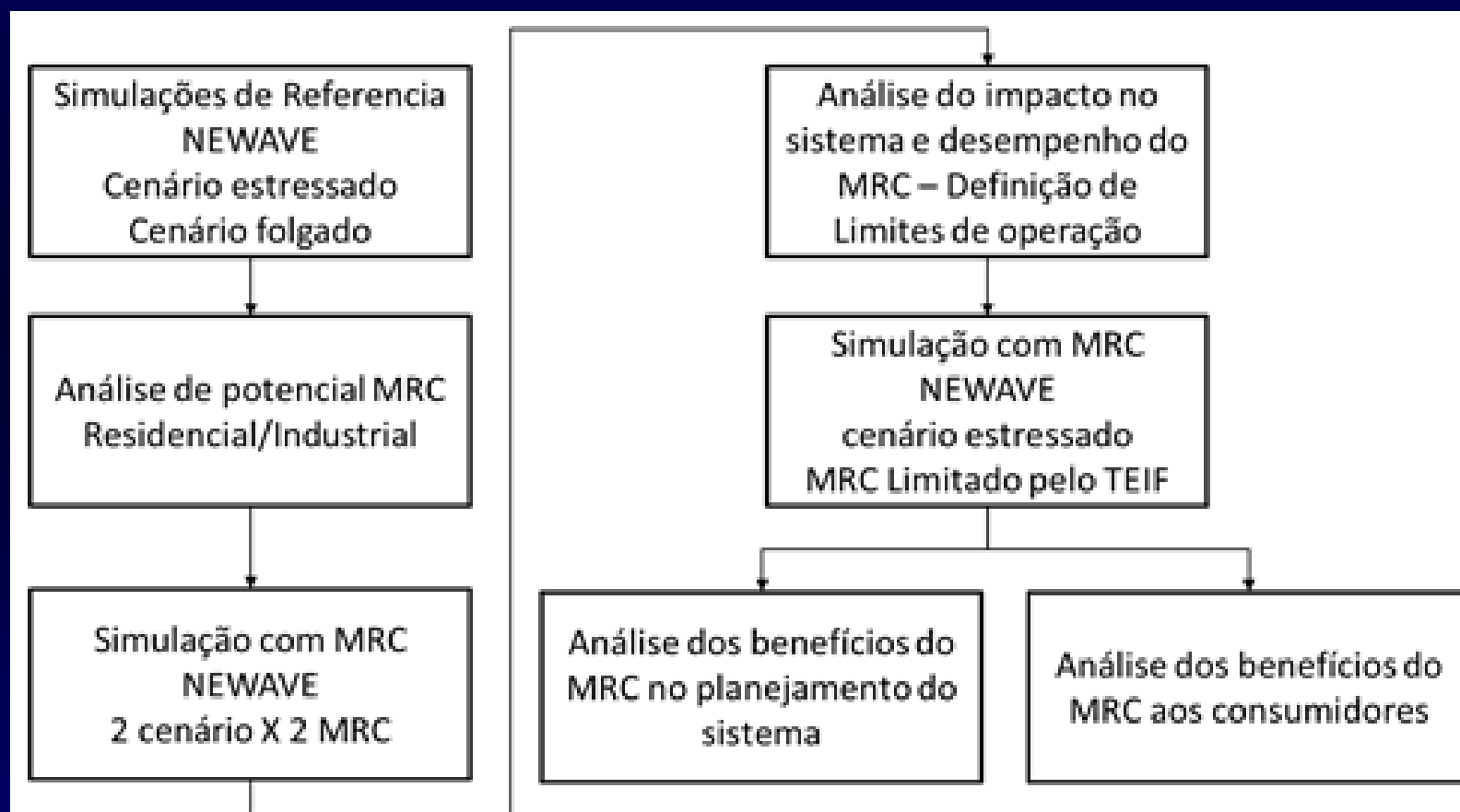
Como foram definidos 3 patamares de redução de energia, com divisões similares de CMO, assumiu-se como premissa a redução de 400 MWm para o patamar 1; 800 MWm para o patamar 2; e 1.200 MWm para o patamar 3.

Parâmetros para simulação

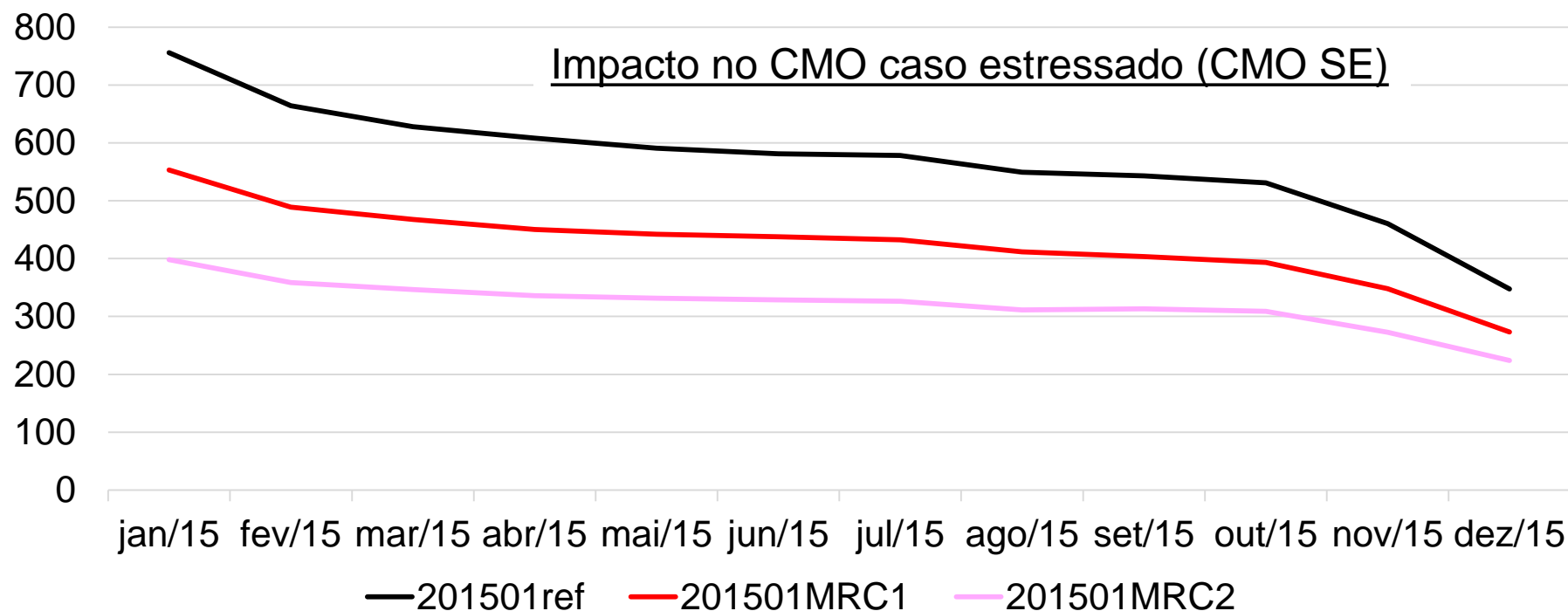


Os casos serão simulados com 2 cenários de MRC, um deles com os valores definidos nos estudos mostrados anteriormente e, no segundo caso, com uma oferta industrial triplicada, representando todo o consumo industrial do Brasil, para acentuar possíveis benefícios não visualizáveis no primeiro caso.

Diagrama Esquemático das Simulações



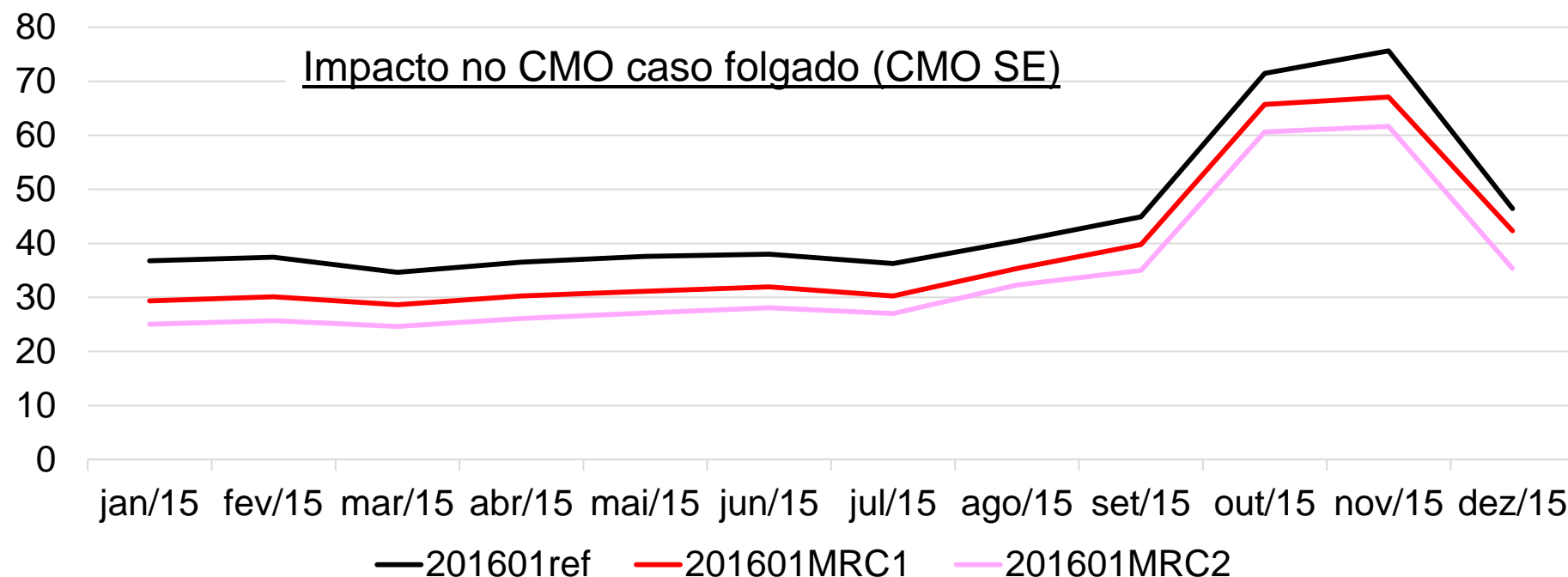
Benefícios do MRC no sistema (CMO)



Caso	CMO SE Médio 2015	Redução	%
201501ref	569,80	-	0%
201501MRC1	425,25	- 144,55	-25%
201501MRC2	321,39	- 248,41	-44%

- Redução significativa do CMO em todo o período no caso estressado.
- **Parte desta expectativa de redução pode ser compartilhada com o consumidor participante do mecanismo.**

Benefícios do MRC no sistema (CMO)



Caso	CMO SE Médio 2016	Redução	%
201601ref	44,68	-	0,0%
201601MRC1	38,50	- 6,18	-13,8%
201601MRC2	34,05	- 10,63	-23,8%

**A redução nas séries hidrológicas
severas continua muito importante !**

- Mesmo em casos onde o sistema não apresenta estresse pode-se verificar uma redução de CMO maior que 10% com a implementação da ORC.
- Neste caso, porém, o sistema possui menor necessidade do mecanismo.

- Análise do período de aplicação mínima, uma vez acionado o mecanismo.
- Aferição do preço fixo que deve ser pago ao consumidor.
- Simular o efeito de reduções voluntárias e não avisadas ao ONS x reduções contratadas e acionadas pelo Operador na formação do PLD.
- Simulação da premissa de que, na média, os Contratos serão renovados e, portanto, o mecanismo permaneça ativo durante todo o período de simulação (horizonte do PMO).



Obrigado!!!