



**XX SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0
22 a 25 Novembro de 2009
Recife - PE

GRUPO -IX

GRUPO DE ESTUDO DE OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GOP

IMPACTOS NO PREÇO DA ENERGIA COM A EXTENSÃO DA CURVA DE AVERSÃO AO RISCO HIDROLÓGICOS NOS MODELOS DE OTIMIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO DA OPERAÇÃO HIDROENERGÉTICAS NO BRASIL.

**Thiago V. Tardin(*)
ENGENHO**

**Daniel Sica
ENGENHO**

**Paula Leite
ENGENHO**

**Luiz H. Macêdo
ENGENHO**

**Leontina Pinto
ENGENHO**

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo mostrar os impactos trazidos pela adoção da Curva de Aversão ao Risco (CAR) ao sistema e ao mercado de energia brasileiros. Utilizamos inicialmente um exemplo teórico para apresentar os conceitos básicos necessários ao entendimento geral da CAR e das consequências de sua implementação. A seguir, analisamos os eventos do verão de 2008 e o impacto da CAR no sistema Sudeste. Finalmente, estudamos o impacto da adoção da CAR não apenas para dois anos, mas para o período de cinco anos que normalmente norteia os estudos do planejamento da operação no Brasil. Para tal, serão analisadas rodadas do modelo NEWAVE contendo a extensão da CAR para o período de 5 anos de estudos. Estes resultados serão analisados frente aos possíveis impactos ocasionados à formação de preços e ao planejamento energético de curto, médio e longo prazo.

PALAVRAS-CHAVE

Planejamento da Operação, Aversão ao Risco, Formação de Preços, Despacho Hidrotérmico.

1.0 - INTRODUÇÃO

Sabe-se que o desempenho do mercado de energia brasileiro é bastante influenciado por suas condições hidrológicas – quer pelas afluições aos reservatórios quer pelos estoques de água neles armazenado. Este armazenamento, em última análise, pode ser visto como a nossa “garantia de abastecimento”. Em princípio, estes estoques de energia armazenada deveriam ser otimizados de forma a oferecer ao país a operação mais econômica e segura possível. Nesta área, o Brasil foi pioneiro no desenvolvimento e utilização de modelos de operação ótima sofisticados, capazes de calcular a melhor operação (e consequentes preços de energia) considerando um vasto universo de possíveis cenários futuros. Dentre os modelos desenvolvidos, dois merecem uma atenção especial, já que formam a base do planejamento da operação e do cálculo de preços: os modelos Newave e Decom – que formam uma cadeia de planejamento a longo e curto prazo para a operação/precificação otimizada do sistema e do mercado brasileiro.

Infelizmente, estes modelos mostraram-se insuficientes para oferecer aos agentes a segurança (ou ao menos a sensação de segurança) desejada. Deixada a decisão aos modelos matemáticos e programas computacionais, verificamos que a operação levava os reservatórios a volumes – no mínimo – desconfortáveis. O episódio de 2000/2001 é o exemplo mais emblemático, onde, mesmo num momento onde os reservatórios estavam bastante baixos, a decisão ótima determinou o desligamento das térmicas – sucedido por uma seca que nos levou ao racionamento. Aprendida a lição, a resposta do setor seria previsível: o estabelecimento de restrições que “impedissem” a repetição do problema. Foi criada e implementada a Curva de Aversão ao Risco (CAR), com o objetivo de limitar o deplecionamento dos reservatórios a níveis considerados “seguros”.

Este trabalho não tem o objetivo de avaliar ou criticar a CAR – já suficientemente conhecida no setor, utilizada há vários anos como limitadora da operação do sistema. Nossa meta é analisar seu impacto no passado recente e estudar o impacto de sua utilização a mais longo prazo – por exemplo, ao longo dos cinco anos que formam o horizonte do planejamento da operação.

O trabalho inicia com um exemplo didático que busca evidenciar o conceito da CAR: a proteção do sistema e o preço da segurança. Em seguida, analisamos um exemplo mais realista, focalizando um cenário real: o início do ano de 2008. Finalmente, analisamos o impacto da adoção da CAR ao longo de dois horizontes distintos: dois e cinco anos.

2.0 - CONCEITOS BÁSICOS: A CAR E O PREÇO DA SEGURANÇA

O Conceito da CAR pode ser melhor entendido a partir de um exemplo didático. Tomemos por exemplo o sistema da Figura 1, que atende uma demanda através de uma usina hidráulica e uma térmica. Suponhamos ainda que o custo da usina hidroelétrica é nulo, o custo da usina térmica é unitário e o custo de déficit vale cem unidades. Suponhamos finalmente que a geração térmica máxima é igual a uma unidade. Para maior facilidade de entendimento, todas as unidades encontram-se na mesma base - por exemplo, MWmed.

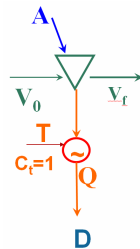


Figura 1 : Sistema Didático

Imaginemos dois possíveis cenários futuros. O primeiro, mais provável (probabilidade igual a 90%) corresponde a uma cheia; a energia afluyente é suficiente para atender à demanda. O segundo, menos provável (10%) corresponde a uma seca; será necessário o uso mais intensivo da geração térmica, já que a energia afluyente é insuficiente para o atendimento à demanda.

A Figura 2 ilustra o processo de decisão estocástica. Atender à demanda do primeiro instante unicamente pela geração hidroelétrica (a custo zero), leva ao déficit de energia no segundo instante, já que a capacidade térmica é limitada a uma unidade. O valor esperado do custo de operação total corresponde portanto ao custo do primeiro estágio (nulo) acrescido da soma ponderada dos custos de operação dos dois cenários de segundo estágio – totalizando o valor igual a \$10.1.

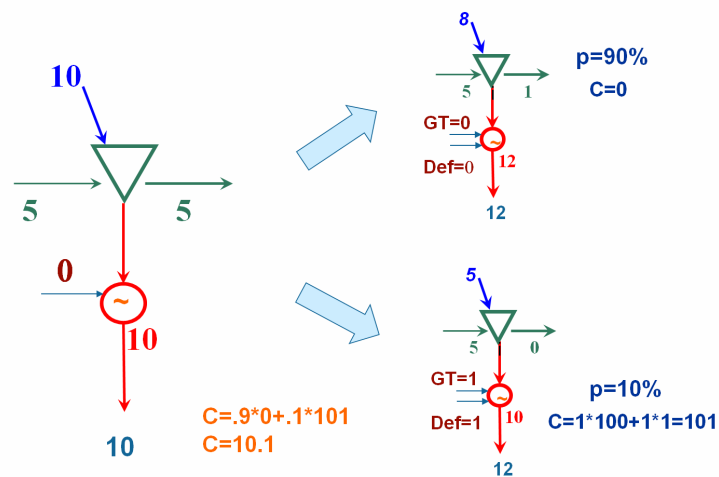


Figura 2 – Operação ótima sob incertezas – primeiro estágio atendido por geração hidroelétrica

A Figura 3 ilustra o mesmo processo, com uma diferença: o estabelecimento de um “volume de segurança” igual a uma unidade. Neste caso, o custo de operação do primeiro estágio é maior, mas o custo esperado total é significativamente reduzido. (3)

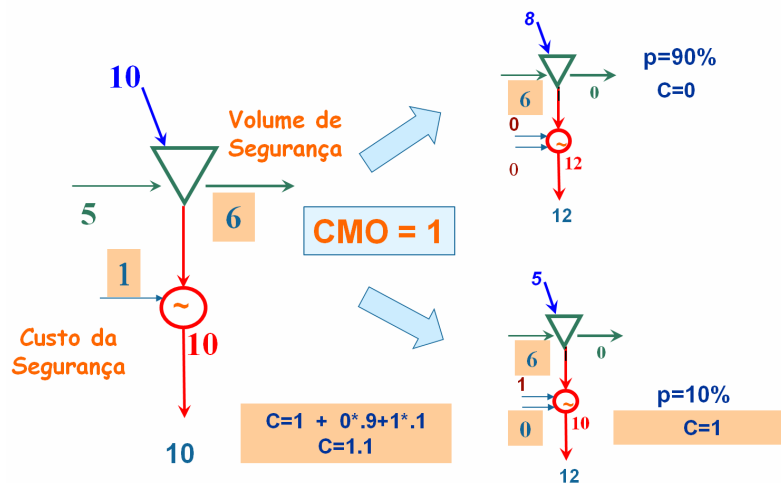


Figura 3 – A CAR e o Preço da Segurança

Pode-se observar aqui o conceito básico da CAR: o estabelecimento de um volume de segurança cuja consequência é a redução do valor esperado do custo de operação. Esta segurança, entretanto, tem um preço: a redução da expectativa de custos futuros demanda o pagamento de um preço no presente – neste caso, a geração preventiva da térmica no primeiro instante. É interessante ainda notar que a probabilidade de que esta segurança não seja necessária no futuro é muito alta: 90%. No entanto, se a seca (improvável) acontecer, o custo associado é tão grande que o preço do risco vale a pena. Este raciocínio pode ser aplicado a vários outros setores e mercados, como por exemplo o seguro de um carro ou um seguro médico. (2)

3.0 - PRIMEIRA ANÁLISE: O IMPACTO PASSADO

O verão de 2008 foi marcado por um atraso nas chuvas que preocupou todo o setor. Um deplecionamento mais profundo nos reservatórios do sistema poderia – caso a seca realmente se instaurasse – levar-nos a uma situação semelhante ao racionamento. Discutimos aqui, resumidamente, o impacto da CAR nas disponibilidades do sistema. Maiores detalhes, inclusive sobre o seu impacto nos custos marginais e preços de curto prazo, podem ser encontrados na Referência (1).

O impacto dos “volumes de segurança” estabelecidos pela CAR podem ser analisados a partir da Figura 4, que compara as disponibilidades hidráulicas do submercado SE/CO (consideramos, neste gráfico, todas as disponibilidades hidroelétricas e as gerações inflexíveis das usinas térmicas; não contabilizamos as disponibilidades associadas às parcelas não inflexíveis).

Sabe-se que as disponibilidades hidroelétricas são incertas, já que dependem das possíveis hidrologias futuras. Nesta representação, cada “traço” delimita a disponibilidade associada a cada possível hidrologia considerada no histórico para o primeiro instante de tempo. A CAR é representada pela linha vermelha, que delimita os “volumes de segurança” associados. É possível observar o “salto” associado à redefinição da CAR em janeiro de 2008, quando os volumes de segurança sofreram um significativo acréscimo.

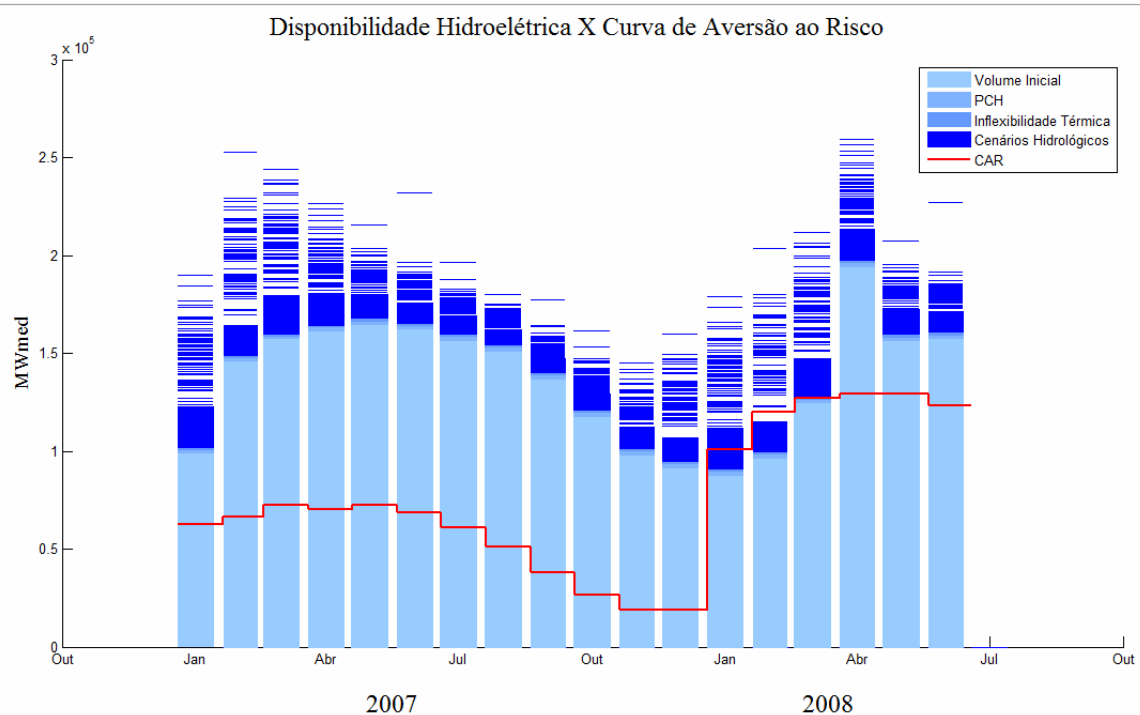


Figura 4 – A CAR e as possíveis disponibilidades energéticas (2007/8)

A descrição mais intuitiva da CAR é a “imobilização” de um estoque de energia em forma de água nos reservatórios, que só pode ser usado em casos extremos – por exemplo, para evitar um déficit. Isto corresponde à “subtração” de uma disponibilidade de água igual ao volume indisponibilizado. Vale lembrar que este efeito dura apenas um mês, já que o estoque “retido” no mês é “disponível” no mês seguinte, já que compõe o estoque inicial (armazenamento inicial) do sistema.

A Figura 5 apresenta as mesmas informações que a Figura 4 arranjadas de outra forma: subtraindo da disponibilidade total a “energia imobilizada” no reservatório. Esta “disponibilidade líquida” é comparada com a demanda de energia, assinalada pela linha laranja. Os traços que representam os possíveis cenários hidrológicos assumem agora cores que representam (na escala ao lado direito) o custo marginal associado ao atendimento à demanda.

É possível agora apreciar melhor o enorme impacto produzido pela CAR: os volumes de segurança ao início de Janeiro e Fevereiro de 2008 eram maiores que os próprios volumes estocados ao início do mês. Em consequência, as disponibilidades iniciais eram negativas, e assim permaneceriam em caso de ocorrência de boa parte dos possíveis cenários hidrológicos. Se o cenário hidrológico conta com aflúências altas o bastante para satisfazer à demanda e à CAR, o custo marginal é nulo (e representado pelo azul mais escuro da escala de cores). Caso a aflúência não seja suficiente para atender à CAR e à demanda, acionam-se térmicas; o traço que assinala o cenário correspondente assume a cor que denota seu custo marginal (novamente associado à escala de cores à direita). Evidentemente, só serão acionadas térmicas (e só existe custo marginal não nulo) quando as disponibilidades hidroelétricas (mais inflexibilidades) situam-se abaixo da linha da demanda.

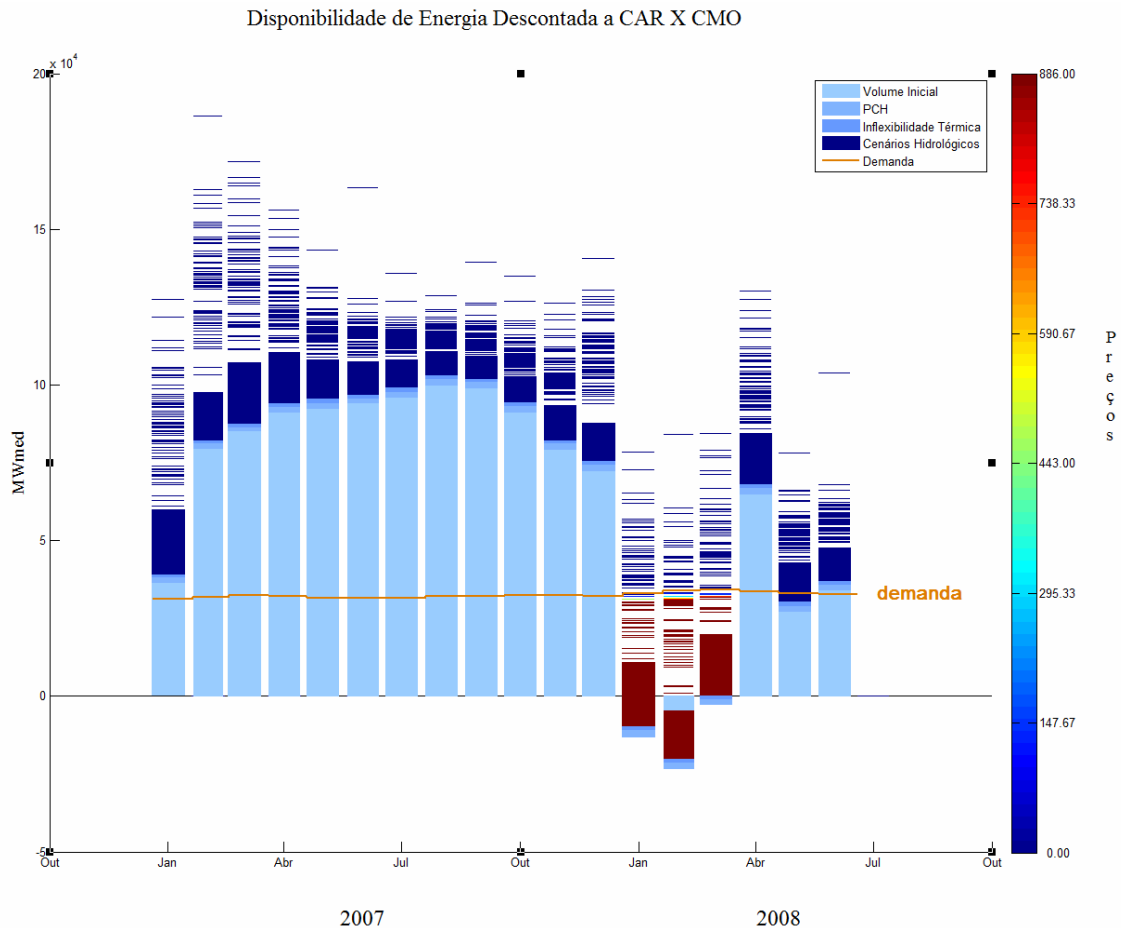


Figura 5 – A CAR e as possíveis disponibilidades energéticas (2007/8)

É possível observar, na Figura 5, a ascensão das disponibilidades em seguida à cheia do início de 2007, a queda associada à seca do final deste ano é o grande impacto dos novos parâmetros da CAR.

Este resultado merece uma reflexão mais profunda. Por um lado, nunca é agradável arcar com os custos da segurança. Por outro lado, é importante a correta sinalização de preços. A “renovação” da CAR em janeiro de 2008, provocou um “enxugamento” da energia hidroelétrica disponível à operação – produzindo um impacto considerável no custo marginal de operação (1). Não se trata aqui de defender ou criticar a CAR, mas consideramos relevante a questão: não seria mais realista se esta definição fosse feita com suficiente antecedência para manter a continuidade da operação e evitar o impacto da variação brusca nos sinais de preços?

Vale lembrar que o objetivo não é criticar a decisão tomada – como observado no exemplo didático, é legítimo “pagar o preço da segurança”, e provavelmente todos concordaremos que um racionamento não tem preço. Nosso foco é meramente explicitar um impacto nem sempre bem conhecido e as vezes não entendido, mesmo pelos profissionais do setor.

4.0 - SEGUNDA ANÁLISE: O IMPACTO FUTURO

Conhecido o impacto no passado recente, nosso trabalho volta-se agora a um possível impacto futuro. Analisamos a possibilidade da adoção da CAR ao longo não dos dois primeiros anos do horizonte de planejamento, mas de todos os cinco anos do horizonte. Sabe-se, a princípio, que a segurança de suprimento obtida tem um preço: a manutenção de estoques de reserva mais altos através da utilização mais intensiva de usinas térmicas.

A Figura 6 apresenta a comparação dos preços obtidos com a adoção da CAR apenas nos dois primeiros anos e ao longo de todo o horizonte de estudo. É possível observar o acréscimo que a segurança requerida causa nos custos marginais ao longo do tempo – e consequentemente nos preços spot da energia. É possível observar incrementos maiores do que 50%. – um resultado pouco intuitivo em um sistema que tende cada vez mais à dinâmica anual, ao invés da antiga plurianual.

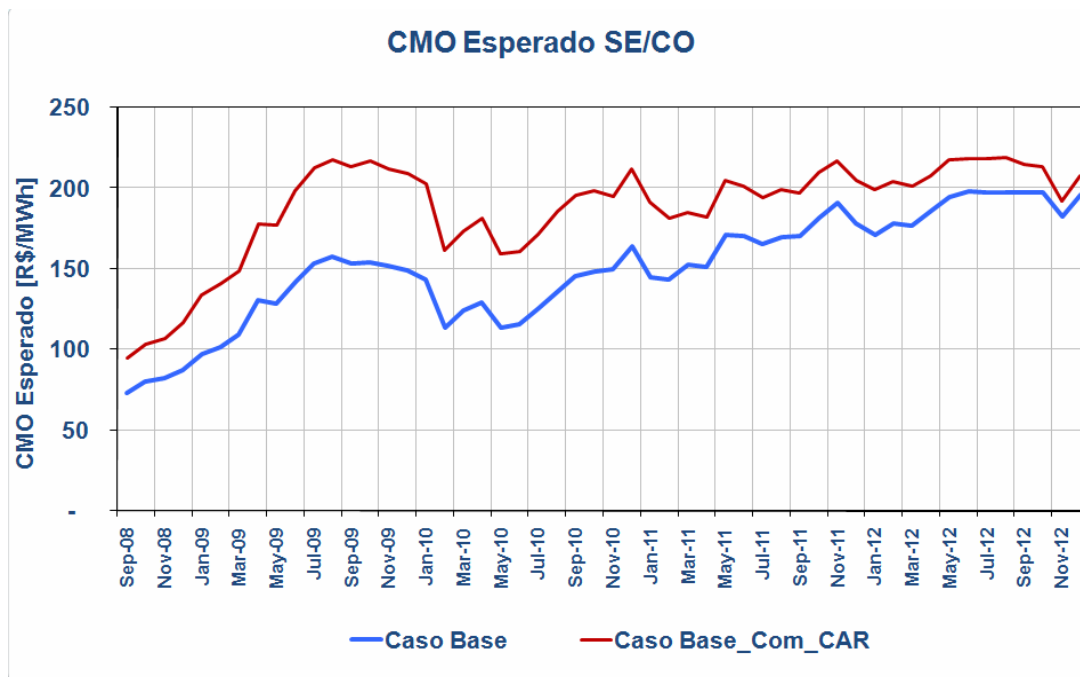


Figura 6 – Impacto da Adoção da CAR ao longo de todo o horizonte de estudo

5.0 - CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta uma visão do impacto da CAR sob vários pontos de vista:

- teórico/didático, ressaltando o preço da segurança
- impacto passado, focalizando um dos eventos mais emblemáticos do passado recente: o início do ano de 2008
- possível impacto futuro, analisando a possível adoção da CAR ao longo de todo o horizonte de planejamento, e não mais de apenas os dois primeiros anos.

O trabalho evidencia um fato já intuído (mas nem sempre quantificado) pelos profissionais do setor: a “imobilização” de estoques de energia hidroelétrica requer uma complementação térmica mais intensiva, cuja consequência é normalmente o aumento dos preços. Foi isso o que ocorreu em Janeiro de 2008, e é isso que poderá ocorrer caso a CAR seja adotada ao longo de todo o horizonte de planejamento.

Longe de encarar este aumento de preços como uma desvantagem, entretanto, levantamos a questão: a segurança é um bem, que é precioso e tem um preço – facilmente quantificável. Nosso objetivo, neste trabalho, foi exatamente calcular o preço da segurança associado à CAR para o evento do verão de 2008 e o possível preço associado à adoção da CAR para todo o horizonte de planejamento.

Este sinal de preços, apesar de possivelmente mais alto, é mais realista – afinal, seria difícil aceitar que, daqui a dois anos, poderíamos abrir mão da segurança do sistema. O cálculo mais aderente à operação real (passada ou futura) oferece um sinal mais consistente, eliminando o impacto decorrente de mudanças nos parâmetros operativos – por mais adequados que sejam.

6.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) “A implementação da CAR: Motivos, necessidades, causas e conseqüências” – Relatório Engenho, novembro de 2008.
- (2) Resolução Nº 109, DE 24 de Janeiro de 2002 da Câmara De Gestão Da Crise De Energia Elétrica.
- (3) Klingerman, A.S, Barretto, L.A, Chipp, H.J., Lima, M.C.A, Mercio, C.M.V.D.B, Incorporação da Curva de Aversão a Risco no Modelo Newave, XVIII SNPTEE, Curitiba, PR, outubro de 2005..