

## Trabalhos futuros

A primeira extensão natural deste trabalho reside no estudo da aplicabilidade dos funcionais propostos no capítulo 3 e 4 para o caso de problemas multi-estágio ou mesmo de dois estágios, porém de maior porte do que os tratados nesta tese. Como exemplo, pode-se citar as avaliações de empreendimentos novos (energia nova), que para o caso de hidrelétricas têm vida útil de 30 anos. Conforme argumentado no último parágrafo do capítulo 5, a inserção de limites no algoritmo de *branch and bound* pode ajudar a reduzir bastante o esforço computacional em problemas grandes, como os encontrados nos casos multi-estágio ou de dois estágios com muitos períodos. Desta forma, uma possível linha de pesquisa decorrente deste trabalho é a pesquisa e verificação de desempenho tanto dos limites propostos quanto de outros.

Posteriormente, o estudo de funções utilidades lineares por partes com dependência em medidas ou parâmetros da distribuição avaliada pode trazer interessantes contribuições no sentido de se estabelecer novas conexões e interpretações sobre o uso de medidas de risco como funcionais de preferência. Neste sentido, a classe de medidas poliédricas de risco pode ser evidenciada como uma interessante classe de medidas a ser explorada. As suas já comprovadas propriedades [11] no contexto de medidas de risco aliadas com o contexto poliédrico, que permite expressá-las através de problemas de programação linear, apontam esta classe como uma potencial fonte de interpretações e propriedades a serem exploradas na área de teoria de decisão.

Além disso, a caracterização do perfil de risco gerado pelos funcionais que podem ser definidos através das diversas maneiras que o CVaR pode ser empregado em problemas de decisão torna-se o caminho natural para as subseqüentes análises.

Em um contexto pragmático, a investigação da aplicabilidade em problemas realistas de comercialização de energia elétrica de funcionais baseados em medidas de risco é algo de grande valor. O setor elétrico exhibe um conjunto de riscos e características bastante peculiar, sobretudo os sistemas

predominantemente hídricos como é o caso do sistema elétrico brasileiro [2][3][20][30][31][41]. Desta maneira, algumas características importantes podem ser enumeradas no que diz respeito ao estudo e análise da aplicabilidade desses funcionais: (i) boa interpretação para o agente e facilidade no processo de especificação, (ii) propriedades de coerência, (iii) propriedades que garantam sua fácil implementação em problemas de grande porte e (iv) uma forma que proporcione uma direta conexão e relação com o equivalente certo associado a este.

O trade-off entre risco e retorno é outro interessante aspecto a ser explorado sobre as diferentes óticas que esta medida pode proporcionar. Muitos trabalhos foram realizados para se testar e discutir os efeitos da inserção do CVaR, VaR e outras medidas em problemas similares ao de Markowitz [24][25][44], como por exemplo, [22] e outros. Contudo a própria definição de como medir o risco é algo bastante subjetivo. Por exemplo, um esquema de risco-retorno poderia ser analisado utilizando-se um binômio valor esperado versus a diferença entre o próprio valor esperado e o CVaR dos retornos. Neste caso o risco seria medido através da distância entre o valor esperado e o *proxy* de “pior resultado” da distribuição, o CVaR da cauda esquerda.

O estudo de equilíbrios de leilões de energia, desenho de mercados, impactos regulatórios são outros nichos com bastante espaço para estudos futuros relacionados aos resultados obtidos nesta tese. O uso do equivalente certo como funcional de preferência e as conseqüentes interpretações devidas às conexões entre este e o CVaR (ou outras medidas de risco) pode resultar em interessantes resultados, principalmente em casos de funcionais que capturam ordenações diferentes das obtidas pelas funções utilidades clássicas.

Além de todas as possíveis aplicações em teoria de portfolio e decisão sobre incerteza existe um classe muito interessante de problemas de repartição de benefício que decorre da propriedade de super-aditividade do CVaR. Como exemplo, pode-se mencionar problemas de fusão e aquisição de empresas ou cotas de fundos, distribuição de lucros entre setores de uma empresa globalmente otimizada, repartição de energia e potência firme em sistemas elétricos e muitos outros.

Finalmente, a interpretação de função de penalidade que o CVaR pode oferecer, que no contexto deste trabalho foi associada a uma função utilidade, em problemas de operação ótima de sistemas elétricos [36], geralmente resolvidos por técnicas de decomposição como SDDP [37], pode proporcionar interessantes resultados e interpretações sobre a construção das funções de custo de déficit.