

ANÁLISE DA COMPETIÇÃO E FORMAÇÃO DE *JOINT VENTURES* NOS LEILÕES DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Eduardo Cardeal Tomazzia¹ (PPGDE/UFPR)

Armando Vaz Sampaio² (PPGDE/UFPR)

RESUMO

O artigo tem como objetivo verificar o efeito da formação de *joint ventures* na competição dos leilões de concessão do serviço de transmissão de energia elétrica no Brasil. Apresenta-se uma adaptação e extensões baseadas no modelo de análise da formação de *joint ventures* em leilões, apresentado por Marquez e Singh (2013). Sob formação generalizada de *joint ventures*, verifica-se uma preferência estrita das empresas em formar *joint ventures*, visto que se somam dois efeitos positivos no lucro esperado: ganho de eficiência e redução de competição. Para o poder concedente, os dois efeitos são contrários na determinação de sua receita, da qual se pode determinar as condições da relação de número de participantes e de ganho de eficiência que tornam a formação de *joint ventures* favorável, e se extraem relações estritas: quanto maior o número de participantes e o fator de ganho de eficiência, maior a receita do poder concedente. Ao supor um contingente de empresas que participam dos leilões de transmissão exclusivamente por meio de participações em *joint ventures*, uma dinâmica de formação endógena de *joint ventures* emerge. Para níveis altos do ganho de eficiência e/ou do número de participantes normais e exclusivos de *joint ventures*, a formação é preferível. Para uma combinação intermediária, pode ser individualmente preferível que nenhum *joint venture* se forme, mas o equilíbrio de Nash é a formação generalizada. Finalmente, para níveis mais baixos das variáveis, o jogo resulta na formação de um único *joint venture*.

Palavras-chave: Competição, Regulação Econômica, Transmissão de Energia Elétrica, *Joint Ventures*, Teoria dos Leilões.

ABSTRACT

The articles' main objective is to verify the impact of joint venture formation in electricity transmission public procurement auctions in Brazil, which means compare if this phenomenon generates larger bids from the companies and if this increment is larger than the negative effect of reducing the number of participants. One presents an adaptation and extensions of the joint venture formation in auction model, introduced by Marquez and Singh (2013). Under generalized joint venture formation, the companies strictly prefer to engage in joint bidding, because both effects – efficiency gain and reduced number of competitors – increase expected profits. The outcome of these effects is ambiguous for the granting authority and depends on some conditions: the bigger the number of potential participants and the degree of efficiency gains of joint venture formation, the higher is the granting authority revenue. Supposing a quota of companies that would only participate on auctions by forming joint ventures, an endogenous formation mechanism emerges. For high levels of number of exclusive and normal companies and high degree of efficiency gains, the formation is preferred by normal companies and all joint ventures are formed. For intermediate levels, even though it is individually preferred if no joint venture were formed, the Nash equilibrium of the game is the generalized formation. For lower levels, the game results on the formation of only one joint venture.

Keywords: Competition, Economic Regulation, Electricity Transmission, Joint Ventures, Auction Theory.

JEL: C70, D44, L94

Área Anpec: Área 8 - Microeconomia, Métodos Quantitativos e Finanças

¹ Doutor em Desenvolvimento Econômico pelo PPGDE/UFPR. Economista da Eletrosul Centrais Elétricas S.A.

² Professor Associado do Departamento de Economia da Universidade Federal do Paraná.

1 INTRODUÇÃO

O setor de transmissão de energia se configura como elemento central na eficiência do planejamento e operação dos sistemas elétricos nacionais. Pela sua natureza específica, incapaz de acumular estoques, em que a demanda imediata deve ter correspondente oferta, e das características do sistema elétrico brasileiro, fortemente baseado em hidrelétricas, situadas em locais distantes das principais regiões consumidoras, o sistema de transmissão de energia, e a eficiência em sua implantação e operação, são determinantes na eficiência do sistema elétrico nacional e na sua contribuição para o crescimento econômico de longo prazo.

O atual marco regulatório do setor, aplicado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), cria um ambiente de concorrência artificial, baseada (i) *ex-ante*, nos leilões de concessão sob o modelo de *revenue-cap* – concorrência pelo melhor projeto e expectativa de sua execução; e (ii) durante o período de concessão, baseado na eficiência operacional e em requisitos de qualidade do serviço prestado. O setor de transmissão é remunerado por uma Receita Anual Permitida (RAP) definida em leilão de concessão, afetada apenas pela qualidade do serviço e revisão tarifária, em que se aplica a captura dos ganhos de eficiência da empresa pelos consumidores, seguindo o princípio norteador do poder concedente – a modicidade tarifária³.

Atualmente, 128 concessionárias operam o sistema brasileiro de transmissão de energia elétrica. Ao final da década de 1990, início do período de estabelecimento do ambiente regulatório vigente, este número era de 12 empresas. A expansão se deve à entrada de algumas empresas e grupos empresariais estrangeiros, mas também à emergência do modelo de Sociedade de Propósito Específico (SPE), na sua maioria com o controle acionário partilhado entre duas ou mais empresas (e grupos empresariais) com atuação anterior no setor, e mesmo em atividades adjacentes (construção, engenharia, insumos). Os incentivos econômicos para esta configuração de empresas formadas para atuação em determinado projeto passa pelas condições de financiamento, principalmente de *project finance* e pela formação de *joint ventures*, com o resultado da cooperação entre empresas.

O atual ambiente de competição no setor de transmissão de energia elétrica foi moldado por uma condição inicial de predomínio de estatais, com a entrada de novos atores privados, nacionais e internacionais, seja por meio de privatização ou de leilões, e apresenta uma conformação – seja por requisitos de financiabilidade, requisitos de capital, complementaridades técnicas – que tem incentivado a formação de *joint ventures* entre empresas do setor, sob as formas de consórcio e SPEs. De 2003 a 2013, dos 158 lotes não desertos (com lances) disputados nos leilões de concessão do serviço de transmissão, 54 foram vencidos por consórcios formados por duas ou mais empresas.

O resultado mais aparente destas alterações é o acirramento da competição entre as empresas. Nos leilões, o nível médio de deságio⁴ verificado nos leilões é elevado, conforme Figura 1, atingindo mais de 50% em 2007, com relativa retração nos anos seguintes, em parte devido à crise financeira mundial.

Sob a atual conformação de operacionalização de políticas públicas, baseadas em sistemas de Parceria Pública e Privada (PPP) e concessões dos serviços públicos, a efetividade das ações públicas de desenvolvimento baseia-se em boa medida nos sistemas de concessão dos serviços públicos. O objetivo de ampliação da infraestrutura por PPPs, que envolve o leilão de concessões de serviços públicos e de construção de ativos de infraestrutura, é um dos grandes desafios de políticas públicas, não apenas por envolver grandes projetos, com volumes de recursos e riscos associados, mas também devido à complexidade dos serviços públicos. Os mecanismos e o desenho dos leilões são extremamente relevantes em se obter o melhor resultado possível para o objetivo público – serviço público e infraestrutura de qualidade e pelo menor custo ao contribuinte (modicidade tarifária). O desenho dos leilões deve levar em consideração o fato de que a participação no pleito é um fator endógeno, e a endogeneidade da participação em leilões é uma questão complexa.

³ O Princípio da Modicidade afirma que serviço público deve ser prestado da forma mais barata possível, de acordo com a tarifa mínima.

⁴ O deságio oferecido pela empresa no leilão é aplicado à receita anual que se aceita receber ao longo do período de concessão.

O *joint bidding*⁵ desempenha papel importante na promoção da competição nos leilões de concessões do serviço público. Em teoria, o efeito do *joint bidding* depende das condições gerais do leilão, do seu objeto e da competição existente no setor, manifestando-se por dois canais principais: por alterar o número de participantes e por afetar a valoração do objeto pelos participantes. (ESTACHE; IIMI, 2009)

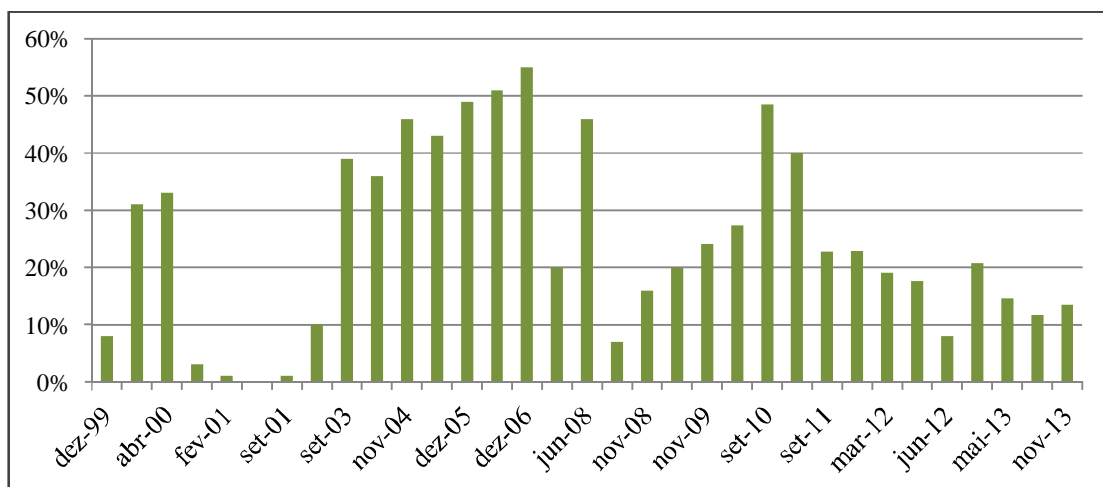


Figura 1 – Deságio Médio nos Leilões de Transmissão

Fonte: Elaboração dos autores

A relação das regras e estruturas dos leilões e a potencialização da competição nos certames de concessões públicas é uma questão fundamental para os objetivos de políticas públicas. Regras que permitem/incentivam a formação de consórcio representam um campo de estudo relevante da competição em leilões. A ocorrência deste fenômeno pode resultar de arranjos com potenciais de incremento de eficiência e competição, por permitir a participação: (i) de empresas com restrição de capacidade, que ao se combinarem atingem a escala mínima necessária para execução dos projetos; (ii) aliança de empresas com especialidades complementares para a execução do projeto; (iii) permite/incentiva a entrada de empresas estrangeiras, que procuram reduzir o risco de entrada ao se associar a empresas adaptadas às condições de mercado/institucionais necessárias para a implantação e exploração das concessões públicas. O incremento potencial eleva o número esperado de participantes, com aumento da competição, o que induz os participantes a revelar os preços de reserva, com vantagens ao poder concedente, e elevação da modicidade tarifária para os usuários dos serviços. Por outro lado, o arranjo de formação de consórcios pode representar um artifício para o conluio, com fortes efeitos contrários à competição. Se uma empresa capacitada e com intenção de participar de um leilão mesmo que de forma independente (caso não haja opção), opta por participar em consórcio, o resultado é de redução de competição, que pode ou não resultar de conluio. Deste modo, o objetivo deste trabalho é aplicar as ferramentas analíticas da teoria dos leilões com o intuito de responder a seguinte pergunta: a formação de *joint ventures* resulta em benefício para o poder concedente, em termos de modicidade tarifária?

Estudos anteriores já abordaram este problema da participação de *joint ventures* em leilões, como o seminal de Debrock e Smith (1983), com foco na concessão de exploração de petróleo. Mais recentemente, Ray e Vohra (1999) analisam a estruturação de coalizões para participação em leilões, em modelo de barganha. O foco destes trabalhos são leilões de valor comum. Em relação a leilões de valor privado, destacamos o trabalho de Marquez e Singh (2013), para a análise de leilões de venda de empresas.

Finalmente, a abordagem de modelagem formal de leilões é incipiente na literatura brasileira, e este trabalho apresenta um modelo voltado/adaptado para os leilões de transmissão com efeitos endógenos de formação e participação de *joint ventures*, e seus efeitos em termos de eficiência social e ganhos do poder concedente.

⁵ Participação conjunta no leilão, no caso dos leilões de transmissão no Brasil sob a forma de consórcios.

2 LEILÕES DE CONCESSÃO DO SERVIÇO DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Conforme regras estabelecidas pela ANEEL, os leilões de transmissão no Brasil tem como objeto de lance a RAP das concessões, em que estabelece uma Receita Anual máxima para o início do leilão. Deste modo, são válidos os lances iguais ou menores ao estabelecidos (ou deságio maior ou igual a zero). Deste modo, o leilão da concessão de transmissão na verdade é um Leilão Reverso, uma vez que possui apenas um comprador (poder concedente) e vários vendedores (empresas concessionárias do serviço público de transmissão). A primeira rodada constitui um leilão de primeiro preço de carta fechada. Os participantes dão seus lances em cartas fechadas, que são abertas simultaneamente. Vence quem oferecer o menor lance, a não ser que o menor lance seja menos de 5% menor que o segundo colocado. Neste caso, inicia-se a segunda fase, com lances abertos e sucessivos, um leilão aberto ou viva voz. Nesta situação, o leilão segue até que um lance não seja mais coberto por outro. Deste modo, o modelo de leilão é híbrido, e segue o *Anglo-Dutch Design*.

Os leilões de concessão de transmissão tem uma característica de possuir informações públicas, como o projeto definido pela reguladora, as especificações técnicas, o modelo de impostos e encargos a que a atividade está submetida, mas também possuem informações privadas, com vantagem aos atores já inseridos no mercado, entre elas a estimativa do custo de implantação e viabilidade de cumprimento de cronograma, que envolve uma boa avaliação do custo dos materiais, mão de obra, custos patrimoniais (indenização dos terrenos na área de instalação das linhas de transmissão), custo e prazo para obtenção do licenciamento ambiental, estimativa da operação e manutenção das instalações, entre outras.

3 MODELOS DE FORMAÇÃO DE *JOINT VENTURES* NOS LEILÕES DE TRANSMISSÃO

A criação de valor pela conjunção de competências, ativos, informações etc. decorrente da atuação em conjunto de empresas na participação de um leilão, é explorado no modelo apresentado na sequência, cujo objetivo principal é analisar o *trade-off* entre os efeitos de criação de valor e redução de competição no resultado final do leilão, tanto para as empresas participantes do leilão de concessão do serviço público de transmissão como para o poder concedente, que objetiva em última instância a modicidade tarifária. A análise apresentada parte do modelo de Marquez e Singh (2013), originalmente elaborado para estudar os leilões de venda de empresas, e na sequência são introduzidas extensões com o intuito de contribuir na descrição dos leilões de concessão do serviço de transmissão de energia elétrica. Deste modo, não são apresentadas as provas dos Lemas 1 a 5 e as Proposições 1 a 6, que podem ser verificadas no artigo de Marquez e Singh (2013). As provas exibidas referem-se aos Lemas e Proposições apresentadas originalmente no presente artigo.

Para analisar estes aspectos, são consideradas inicialmente três características importantes: (i) a formação de *joint venture* resulta na formação de um valor que considera o maior valor avaliado entre os participantes; (ii) a conjunção das empresas resulta em um componente adicional de valor de sinergia; (iii) a participação no leilão apresenta um componente de custo para os participantes, devido aos custos de análise dos projetos, formulação da engenharia financeira, etc.

O modelo apresentado é de valor privado. Para a grande maioria dos leilões, componentes de valor comum e valor privado são plausíveis na descrição dos ativos sendo leiloados. Na literatura de análise de leilões, o caso estilizado de leilão de concessão de valor comum é o de exploração de petróleo, cujo fundamento do valor é, predominantemente, decorrente das estimativas de quantidade de reservas e de custo de extração, cuja variância é alta. No caso em questão, considera-se que o componente de valor privado é mais relevante, uma vez que a concessão de transmissão possui receita definida (no momento do leilão), assim como uma estrutura de custo de implantação e operação previamente conhecida (com uma pequena margem de erro) e fortemente dependente das capacidades das empresas participantes dos leilões. As empresas possuem estimativas razoáveis do custo de implantação e de operação (padrão de eficiência); os futuros ganhos de eficiência serão, em grande medida, capturados pelo poder concedente na revisão tarifária.

Adicionalmente, para simplificar as soluções matemáticas do modelo e das análises, algumas suposições/simplificações são adotadas, de modo que não prejudiquem os resultados:

1. Representa-se o modelo de concessão de transmissão – reverso, com um comprador e vários vendedores – como um leilão direto. Deste modo, o lance dado pela RAP (nos moldes do *revenue cap*) é representado por um lance sobre o valor da concessão a valor presente. A relação entre as duas é direta e representa uma boa descrição da avaliação das empresas: a decisão das empresas referente ao lance sobre uma RAP é de fato baseada em um valor presente da concessão, e deste modo são equivalentes. Do lado do poder concedente, esta simplificação possui a mesma relação: a modicidade tarifária, dada pelo objetivo de dar a concessão pelo menor valor de receita possível, é diretamente análoga a conceder a exploração do serviço público pelo maior valor de venda possível;
2. A análise de equilíbrio de Nash não cooperativo do leilão é calculada considerando o leilão como um leilão de carta fechada de segundo preço. O leilão de concessão do serviço de transmissão é um leilão híbrido, de carta fechada de primeiro preço no primeiro estágio, com a possibilidade de um leilão crescente de viva voz (inglês) no segundo estágio. A análise de leilão de carta fechada de segundo preço é, estrategicamente, idêntica ao leilão inglês, conforme apresentado por Vickrey (1961), que demonstra a igualdade de resultado do leilão inglês e do leilão de carta fechada de primeiro preço sob as suposições de valor privado e inexistência de aversão ao risco.

2.1 Análise da Formação de um *Joint Venture*

Inicia-se a formulação do modelo pela caracterização da receita do poder concedente e o *payoff* esperado pelos participantes dos leilões em dois cenários: um em que não ocorre a formação de *joint venture*, e a segundo em que ocorre. Inicialmente, considera-se que o custo de entrada no leilão é nulo, $c=0$, e o número de participantes no leilão é $N+2$. Deste modo, caso ocorra a formação de um *joint venture*, o número de participantes passa a ser $N+1$. No primeiro caso, em que não ocorre *joint venture*, as condições são dadas pelo Lema 1.

Lema 1. Para o caso sem *joint venture* (SJ) com $N+2$ participantes simétricos *ex ante* com avaliação x_i distribuída uniformemente em $[0,1]$:

1. A receita esperada pelo poder concedente é $R_{SJ} = \frac{N+1}{N+3}$, crescente em N .
2. O *payoff* esperado dos participantes (p_{SJ}), bruto do custo de entrada c , é dado por $p_{SJ}(N) = \frac{1}{(N+3)(N+2)}$, decrescente em N .

O **Lema 1** caracteriza a receita do poder concedente quando os participantes são simétricos, e nenhum *joint venture* é formado. Claramente, na medida em que o número de participantes cresce, a receita cresce, uma vez que a competição se acirra. No limite, a receita converge a 1. Por outro lado, o crescimento no número de participantes reduz o *payoff* dos participantes, que converge a zero.

Para incorporar na análise a formação de um *joint venture* (JV), é necessário descrever a sua avaliação. O *joint venture* é formado pelos participantes 1 e 2, que ao participarem em conjunto, avaliam a concessão pela seguinte função $x_{JV} = \max\{x_1, x_2\} + j \min\{x_1, x_2\} \in [0, 1+j]$. Deste modo, o valor da concessão para um *joint venture* é dado pelo valor individual máximo entre os participantes, com a adição de um componente de agregação de valor decorrentes de sinergia (operacional, redução de custos etc.), que varia de 0 a 1: $j \in [0, 1]$. Denota-se $G(\cdot)$ a função de distribuição de x_{JV} , que é dada por:

$$G(x_{JV}; j) = \begin{cases} \frac{x_{JV}^2}{1+j} & \text{se } x_{JV} \leq 1 \\ \frac{1}{1+j} + (x_{JV} - 1) \frac{2j + 1 - x_{JV}}{j(j+1)} & \text{se } 1 < x_{JV} \leq 1+j. \end{cases}$$

Adicionalmente, $G(x_{JV}; j)$ é contínua e um incremento em j favorece o resultado para o *joint venture*, conforme Lema 2.

Lema 2. $G(x_{JV}; j)$ é contínua e diferenciável ao em todo o domínio onde $G(x_{JV}; j_h) \leq G(x_{JV}; j_l)$ para $j_h > j_l$ (dominância estocástica de primeira ordem).

O **Lema 3** descreve a receita do poder concedente sob a presença de *joint venture*.

Lema 3. Supondo a existência de N participantes simétricos *ex ante* com valores privados com avaliação x_i distribuída uniformemente em $[0,1]$, e a participação de um *joint venture* com o valor x_{JV} dada pela distribuição $G(x_{JV})$:

1. A receita esperada pelo poder concedente é dada por $R_{JV}(N; j) = \frac{N}{N+1} - \frac{1}{1+j} \frac{N}{(N+3)(N+2)}$, crescente em j e N .
2. O *payoff* esperado (*ex ante*), bruto do custo c , de um participante independente é dado por $p_{JV}(N; j) = \frac{1}{(1+j)(N+3)(N+2)}$, decrescente em j e N .
3. O *payoff* esperado (*ex ante*), bruto do custo c , do *joint venture* é dado por $\Pi_{JV}(N; j) = \frac{1}{(1+j)} \left(\frac{1-jN}{N+1} - \frac{1}{N+3} + \frac{1}{3} j(j+3) \right)$, decrescente em N e crescente em j .

Para verificar o efeito da formação de *joint venture* no resultado do leilão, inicialmente, é considerada a entrada exógena dos participantes, ou seja, N é exógeno. Deste modo, a análise é realizada a partir da diferença de receita esperada (ΔR) pelo poder concedente em ambos os cenários:

$$\Delta R(N) = R_{Sj}(N) - R_{JV}(N, j)$$

A partir das definições dos **Lemas 1 e 3**, chega-se a:

$$\Delta R(N) = \frac{2 - j(N+2)(N-1)}{(1+j)(N+3)(N+2)(N+1)}$$

Uma implicação direta do **Lema 3** é que a diferença de receita será tão menor (ou seja, a formação de *joint venture* será benéfica ao poder concedente) quanto maior for o componente de geração de valor por sinergia. A partir desta demonstração, chega-se a **Proposição 1**.

Proposição 1. Para $j = 0$, a receita esperada pelo poder concedente é sempre menor no caso de formação de *joint venture*: $\Delta R(N) > 0$ para todo $N \geq 1$. Para $\forall j \in (0,1]$, existe um valor único $\hat{N}(j)$ em que a formação de um *joint venture* resulta em incremento de receita para o poder concedente para todo $N > \hat{N}(j)$. Para $j = 1$, $\hat{N} = 1$, e esse valor cresce à medida que j diminui, e se torna muito grande à medida que $j \rightarrow 0$.

A **Proposição 1** estabelece que, com um grau razoável de competição, a geração de valor pela formação de *joint venture* tem o efeito final de incrementar a receita do poder concedente. Dois efeitos inversos atuam neste resultado. Inicialmente, o efeito de mudança de número de competidores de $N + 2$ para $N + 1$, reduz a competição e reduz a receita esperada do poder concedente. Por outro lado, a formação do *joint venture* combina as competências das empresas componentes, gerando uma proposta potencialmente superior. Para N grande o suficiente, o segundo efeito potencialmente domina o primeiro. Por outro lado, se o grau de criação de valor pelo *joint venture* não for relevante o suficiente, o primeiro efeito passa a ser dominante. Em uma indústria como a do setor de transmissão de energia elétrica, a suposição de um número muito grande de participantes é duvidosa. Adicionalmente, o valor privado de uma empresa deve estar diretamente relacionado à sua capacidade (conhecimento técnico, regulatório, jurídico, financeiro, acesso aos suprimentos) de construir e manter as instalações de transmissão, e este é dado pelo valor presente da exploração do contrato de concessão. É de se supor que $N + 2$, neste caso, se limite às empresas já atuantes no setor de transmissão nacional, assim como de potenciais entrantes de outros países.

2.2 Formação de um *Joint Venture* e Custo de Entrada

A análise anterior considerou um número exógeno de participantes. Um fator ignorado nas análises anteriores foi o custo de entrada no leilão e sua relação com a dinâmica endógena de participação nos leilões.

Neste caso, considera-se um custo de entrada positivo: $c > 0$. Adicionalmente, denota-se $N_{JV}(c, \mathbf{j})$ o número de equilíbrio de participantes no caso em que os participantes 1 e 2 formam um *joint venture* e $N_{SJ}(c)$ o caso em que não há formação de *joint venture*. Para evitar confusão na notação das funções, os termos de dependência das variáveis N_{JV} e N_{SJ} em (c, \mathbf{j}) quando a dependência for clara.

Sob um ambiente de livre entrada, os participantes entrarão na disputa sempre que $p_{SJ}, p_{JV} \geq c$ para os casos sem e com formação de *joint venture*, respectivamente. Em equilíbrio, o limite de entrada é dado em ambos os casos por $p_{SJ}(N_{SJ}) = c$ e $p_{JV}(N_{JV}, \mathbf{j}) = c$, onde $p_{SJ}(N_{SJ})$ e $p_{JV}(N_{JV}, \mathbf{j})$ são definidos pelo Lema 1 e 3, respectivamente. Supõe-se que c é baixo o suficiente para que se satisfaça a condição de que $N_{SJ}, N_{JV} \geq 1$ para todo \mathbf{j} de modo que sempre exista alguma competição. O resultado trazido pelo Lema 4 representa uma implicação importante ao se endogenizar o número de participantes.

Lema 4. Para todo $c > 0$ e todo $\mathbf{j} \geq 0$, $N_{JV} < N_{SJ} + 1$.

Do Lema 4 verifica-se que o valor do *joint venture* estocasticamente domina o valor de um participante independente, mesmo quando não existem ganhos de sinergia (isto é, $\mathbf{j} = 0$). Como resultado, *ex ante*, um potencial participante independente antecipa o fato de que possui menor probabilidade de vencer o leilão quando há a presença de um *joint venture*. Além disso, quando o participante individual de fato ganha, ele paga, em média, um valor maior pelo contrato de concessão, o que resulta em uma redução do *payoff* esperado do participante independente, o que reduz os incentivos para a sua participação no leilão. Em equilíbrio, o número de potenciais participantes independentes que efetivamente participam do leilão é estritamente menor que os que participariam no leilão sem formação de *joint venture*.

Pode-se estabelecer o resultado quanto à receita de equilíbrio do poder concedente com a presença de *joint venture* e livre entrada.

Lema 5. Sob livre entrada, a receita do poder concedente sob presença de *joint venture*, $R_{JV}(N_{JV}(\mathbf{j}); \mathbf{j})$ é estritamente decrescente em relação à eficiência de sinergia do *joint venture* (\mathbf{j}): $dR_{JV}/d\mathbf{j} < 0$.

Este resultado é fortemente divergente dos apresentados no **Lema 3**, que estabelece o resultado inverso, de relação positiva entre a receita do poder concedente e do ganho de sinergia do *joint venture*, quando o número de participantes é exógeno. No cenário de participação endógena, a receita do poder concedente passa a ser decrescente em relação ao aumento do fator de ganho de sinergia da formação de *joint venture*. A redução da receita do poder concedente decorre do fato de que a vantagem de sinergia do *joint venture* cria uma desvantagem relativa para os agentes independentes, que leva a menor participação independente efetiva no leilão, o que reduz a competição, e reduz a receita do poder concedente. Um resultado inesperado do **Lema 5** é que, *ceteris paribus*, se a formação de *joint venture* for inevitável, o poder concedente preferiria que o fator de eficiência fosse o menor possível.

Com os resultados apresentados, é possível comparar os casos com e sem formação de *joint venture* em um ambiente de livre entrada. Esta análise compreende a variação potencial do número de participantes, de modo que $\Delta R_{JV}(N_{SJ}, N_{JV} \mathbf{j} | c) = R_{SJ}(N_{SJ}) - R_{JV}(N_{JV} \mathbf{j})$ de modo que é possível obter o seguinte resultado.

Proposição 2. Quando os potenciais participantes precisam incorrer o custo de entrada c , sob livre entrada a receita esperada do poder concedente é menor quando ocorre a formação de um *joint venture* para todo $\mathbf{j} \in (0,1]$: $\Delta R_{JV}(N_{SJ}, N_{JV} \mathbf{j} | c) > 0$.

A **Proposição 2** evidencia que, à medida que o grau de eficiência de sinergia aumenta, a diferença entre N_{JV} e N_{SJ} se amplia, de modo que o efeito na receita do poder concedente, da redução de competição se sobrepõe à criação de valor do *joint venture*. Em equilíbrio, a receita do poder concedente será sempre menor no caso de formação de *joint venture* para todo $\mathbf{j} \geq 0$.

Outra forma de avaliar o modelo é considerar a própria formação de *joint venture* endógena. A questão que se coloca é se a decisão de formação de *joint venture* é racional, ou seja, se o *payoff* esperado para os agentes 1 e 2 é maior se decidirem formar o *joint venture*. Uma vez que no caso de livre entrada os agentes participantes independentes obtém *payoff* nulo, é trivial afirmar que a formação de *joint venture* é preferível. Deste modo, foca-se no caso em que os custos de entrada são baixos e o equilíbrio é determinado pelo número de competidores N .

Proposição 3. O *payoff* esperado do *joint venture* é maior que o de dois participantes no caso de não formação de *joint venture*: $\Pi_{JV} > 2p_{SJ}$, para todo \mathbf{j} e N . Além disso, à medida que N cresce o *payoff* do *joint venture* em relação ao dos participantes individuais se torna arbitrariamente grande para $\mathbf{j} > 0$: para $\Delta > 0$, existe N_{Δ} de modo que $\Pi_{JV}/2p_{SJ} > \Delta$ para todo $N > N_{\Delta}$.

Os incentivos para a formação do *joint venture* são mais bem compreendidos ao se analisar os efeitos em ação: (i) o efeito de criação de valor pelo *joint venture* advinda da sinergia dos membros do *joint venture*, que depende do grau de eficiência \mathbf{j} ; (ii) redução potencial de competição. Ambos os efeitos incrementam o *payoff* do *joint venture*. A Proposição 3 estabelece que à medida que o número de competidores se torna grande, o incentivo à formação de *joint venture* se torna maior, o que pode ser demonstrado, no caso limite, que o número de participantes tende a infinito, em que o *payoff* dos participante individual no cenário sem formação igual a $\lim_{N \rightarrow \infty} p_{SJ} = 0$, enquanto que o lucro do *joint venture* converge a $\lim_{N \rightarrow \infty} \Pi_{JV} = \mathbf{j}^2/3(1+\mathbf{j}) > 0$ para todo $\mathbf{j} \geq 0$. Em geral, o incremento da competição eleva o preço esperado que o vencedor deverá pagar no leilão e reduz a probabilidade de sucesso para os participantes. Com participantes simétricos e independentes, a diferença entre o valor do lance vencedor e do segundo colocado é reduzido, de modo que o lucro do vencedor tende a zero à medida que a competição é incrementada.

A formação de *joint venture* é preferível aos participantes 1 e 2 devido ao valor criado pois sempre que $x_{JV} > 1$, o *joint venture* possui o maior valor com certeza, e paga o segundo maior valor. À medida que N cresce, o valor do segundo colocado converge a 1, mas ambos $\Pr(x_{JV} > 1)$ e $E[x_{JV} | x_{JV} > 1]$

permanecem estritamente positivos. Parte do valor criado pelo *joint venture* é capturada pelo poder concedente, conforme apresentado no Lema 3, mas a porção obtida pelo *joint venture* é grande comparada ao resultado esperado pelas empresas formadoras do *joint venture*, caso participassem independentemente.

Uma alteração relevante na análise é considerar que os participantes 1 e 2 precisam decidir se formam o *joint venture* após o conhecimento do seu valor privado. É considerada a suposição que os participantes partilham informação sobre o valor antes da decisão de formação do *joint venture*. Após a troca de informação, a empresa com o menor valor sabe que, sem participar do *joint venture*, perde com certeza o leilão e, deste modo, está disposta a se juntar com a outra empresa para qualquer parcela $e > 0$ do lucro total. A empresa com o maior valor, por outro lado, está disposta a formar o *joint venture*, e abrir mão de alguma parcela e para qualquer $j > 0$. Portanto, existe uma regra de alocação que torna a formação de *joint venture* ótima, devido à criação de valor em relação ao maior valor entre os participantes. Além disso, uma vez que a formação é sempre vantajosa para os participantes aptos, ela não gera nenhum efeito na decisão dos demais participantes, que consideram a situação como certa.

A eficiência social da formação do *joint venture* será incrementada se a geração de valor total esperada for maior na situação em que não há formação. A medida utilizada para a eficiência social é o valor esperado da concessão para o vencedor do leilão. Formalmente, define-se X^{SW} como o valor da concessão para o participante com o maior valor privado: $X^{SW} = \max\{x_1, \mathbf{K}, x_N, x_{JV}\}$, supondo que um *joint venture* é formado. Uma vez que $x_{JV} = \max\{x_1, x_2\} + j \min\{x_1, x_2\}$, o caso em que não há formação de *joint venture* é equivalente a assumir que a eficiência de sinergia j é igual a zero. A eficiência social será incrementada se $E[X^{SW}]$ for crescente em j ou, de forma equivalente, se a variação da eficiência social decorrente da formação do *joint venture*, ΔX^{SW} , for positiva.

É possível verificar que, no caso de inexistência de custo de entrada, $c=0$, a formação de *joint venture* aumenta a eficiência social. Para $c > 0$, entretanto, a formação de *joint venture* reduz o *payoff* dos participantes independentes e leva à redução do número total de participantes. A redução do número de participantes, em equilíbrio, é maior quanto maior for a eficiência de sinergia j , que cria dois efeitos opostos em $E[X^{SW}]$: (i) a criação de valor decorrente diretamente de j eleva a eficiência social; (ii) seu efeito indireto, por reduzir o número de participantes, N_{JV} , tende a reduzir a eficiência social. Finalmente, o primeiro efeito domina o segundo, de modo que a criação de valor incrementa a eficiência social mesmo no caso de participação endógena (livre entrada).

Proposição 4. Para todo $c \geq 0$ e para todo $j \in [0,1]$, a eficiência social é maior quando ocorre a formação de *joint venture*: $\Delta X^{SW} > 0$.

2.3 Competição na Formação de um *Joint Venture* com Custo de Entrada

Uma análise importante é avaliar como a limitação de participantes potenciais afetam os resultados da análise. Anteriormente, a análise focou o caso em que o número de potenciais participantes tende ao infinito (quando $c=0$), sendo limitada apenas no caso de custo positivo e entrada livre (participação endógena). Esta é uma suposição questionável para o tipo de leilão em questão. Os leilões no setor de transmissão de energia elétrica contam com um universo restrito de potenciais participantes, uma vez que existem especificidades técnicas, financeiras, regulatórias etc., que restringem a participação. De modo a analisar a restrição no número de potenciais participantes, fixa-se o custo de entrada e evidencia-se que a receita do poder concedente sob a presença de *joint venture* é não-monotônica em relação ao número de participantes potenciais. A partir da Proposição 1 afirma-se que, quando o número de participantes é dado exogenamente, para todo $j > 0$ existe um valor $\hat{N}(j)$ em que a presença de *joint venture* é preferível para o poder concedente se o número de participantes independentes for maior que $\hat{N}(j)$. Entretanto, uma vez que se consideram os custos associados à participação, se

$N > \hat{N}(j)$ o valor privado do *joint venture* ainda dependerá da relação entre N , N_{JV} e N_{SJ} , conforme **Proposição 5**.

Proposição 5. Dado um custo de entrada c fixo, e supondo que é baixo o suficiente de modo que $N_{JV} > \hat{N}(j)$, para um dado j , a receita do poder concedente é menor quando ocorre a formação de *joint venture* quando $N < \hat{N}(j)$ ou $N \geq N(c, j)$, onde $N(c, j) \in (N_{JV}, N_{SJ})$. A receita do poder concedente é maior quando ocorre a formação de *joint venture* para valores intermediários de N , isto é, para $\hat{N}(j) < N < N(c, j)$.

A **Proposição 5** resulta no caso em que, quando o número de potenciais participantes é muito alto ou baixo, a receita do poder concedente reduz sob a formação de *joint venture*. O resultado é ilustrado pela Figura 2. Para um número pequeno de participantes, a junção de dois potenciais participantes em um *joint venture* tem forte impacto na redução da competição. Por outro lado, quando o número de potenciais participantes é muito alto, o determinante principal da formação de lances não é o grau de participação, mas o custo de entrada, que determina quantos, de fato, darão lances. O efeito da formação do *joint venture* é de ampliar o efeito de não entrada. Quando há um número intermediário de potenciais participantes, a formação do *joint venture* é positiva.

O custo de preparação e submissão do lance em um leilão de transmissão depende em grande medida da complexidade da concessão em questão, sendo maior em linhas de transmissão que cobrem áreas de topologia acidentada, áreas de proteção ambiental e de densidade populacional, e tende a ser menor no caso de concessões de subestações. Deste modo, uma questão relevante é o impacto que variações no custo de entrada têm na receita do poder concedente.

A Proposição 6 descreve as condições de custo de entrada em que a formação de *joint venture* resulta em benefício ao poder concedente.

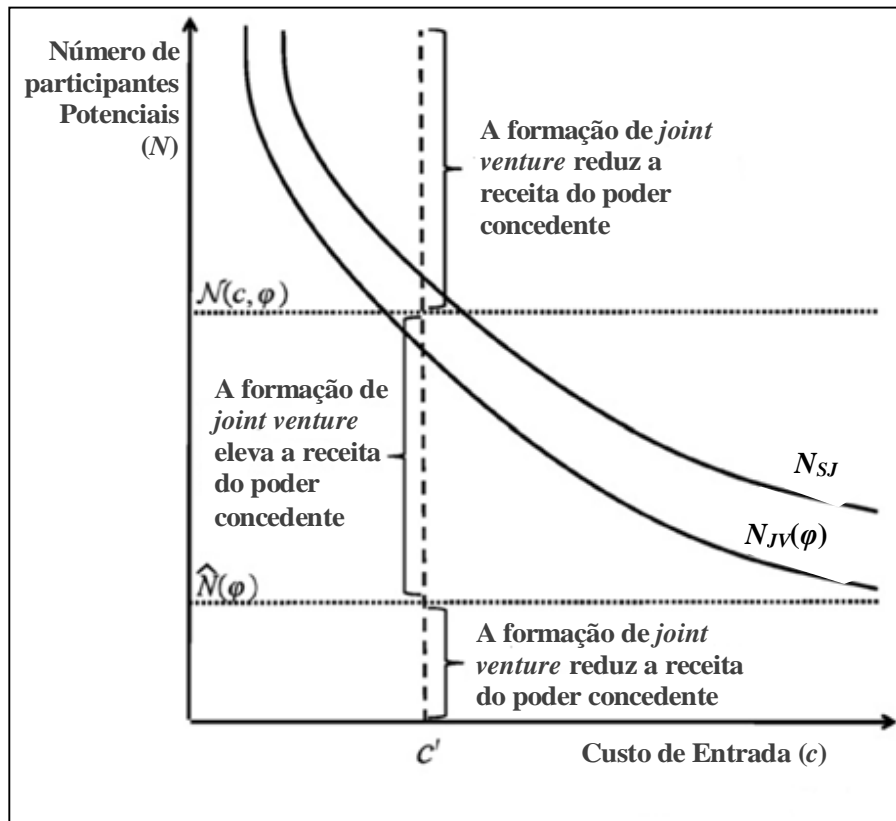


Figura 2 – Receita do Poder Concedente e Número de Participantes Efetivos
Fonte: Marquez e Singh (2013)

Proposição 6. Para dado $j > 0$ e supondo que $N > \hat{N}(j)$, então existe um valor $\bar{c}(j, N)$, de modo que, para todo $c < \bar{c}(j, N)$, a receita esperada para o poder concedente é maior quando ocorre a formação de um *joint venture*.

Os resultados da **Proposição 6** são ilustrados pela Figura 3.

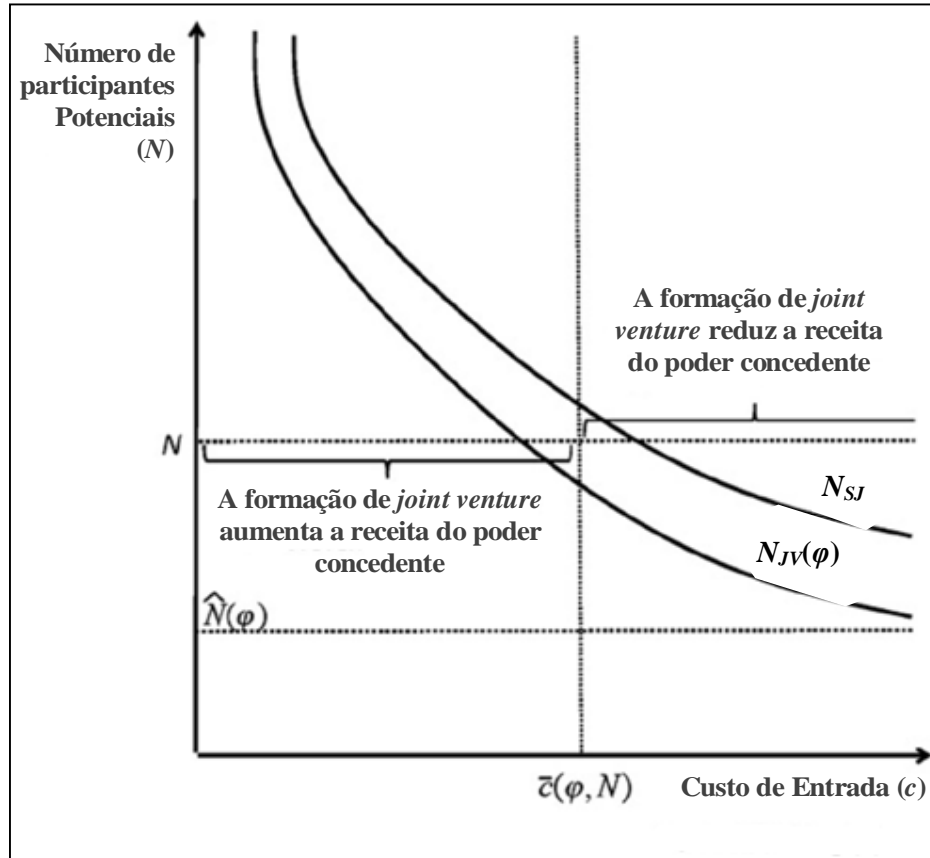


Figura 3 – Receita do Poder Concedente e Custo de Participação
Fonte: Marquez e Singh (2013)

Enquanto existir um número suficiente de participantes com probabilidade de dar lances vencedores (ou seja, $N > \hat{N}(j)$), a formação de um *joint venture* aumenta a receita do poder concedente quando o custo de entrada, c , for suficientemente baixo, o efeito de entrada restrita não domina o efeito de criação de valor pela formação de *joint venture*. Neste caso, dado que N é menor que seria em livre entrada, o *payoff* esperado dos participantes independentes é positivo em equilíbrio.

Quando o custo de entrada é suficientemente alto, entretanto, o número de participantes independentes se torna menor que o necessário para que a formação de *joint venture* incremente a receita do poder concedente.

2.4 Análise da Formação Generalizada de *Joint Ventures*

Os resultados apresentados até este ponto trataram de uma análise comparativa de uma situação de participantes simétricos e o surgimento de um único arranjo de participação em conjunto e como fatores relevantes – ganho de eficiência e custo de participação (entrada) – afetam o equilíbrio competitivo, ou seja, a receita do poder concedente e o resultado esperado dos participantes independentes e do *joint venture*.

Os leilões de concessão de transmissão vêm sendo disputados, em mais de uma década sob o atual modelo regulatório, por uma combinação diversa de participantes efetivos, cuja presença de *joint ventures* (sob a forma de consórcios) é muitas vezes predominante, quando não exclusiva. De modo a trazer luz a este cenário, e complementar as análises trazidas pelos cenários originalmente descritos em Marquez e Singh (2013), propõe-se dois modelos adicionais, que constituem as principais contribuições desta tese do ponto de vista teórico. No primeiro modelo, considera-se um cenário em que todos os $N + 2$ participantes independentes têm a escolha de formar *joint ventures* dois a dois. O resultado desta formação são *joint ventures* simétricos. Neste cenário, as premissas com relação aos ganhos de sinergia se mantêm, ou seja, $j \in [0,1]$, sendo j constante entre os *joint ventures*. A simetria entre os *joint venture* permite simplificações na descrição das funções de distribuição. No caso em que todas as empresas decidem participar em conjuntos dois a dois, M *joint ventures* são formadas. Neste cenário, não há interesse analítico ao custo de entrada e, portanto, assume-se que $c = 0$. Dadas as condições, é possível definir o **Lema 6**.

Lema 6. Para o caso com formação generalizada de *joint ventures* (GJ) com $M = \frac{N+2}{2}$ participantes simétricos *ex ante* com avaliação x_i distribuída uniformemente em $[j, 1+j]$:

1. A receita esperada pelo poder concedente é $R_{GJ}(M, j) = \frac{M-1}{M+1}(1+j)$, crescente em M e j .
2. O *payoff* esperado dos participantes (p_{GJ}) é dado por $p_{GJ}(M, j) = \frac{(1+j)^2}{M(M+1)}$, decrescente em M e crescente em j .

Prova do Lema 6. A estratégia dominante para cada participante é dar o lance igual ao seu valor privado $b_i = x_i$, sendo que vencedor paga o preço igual ao valor privado do segundo colocado dos M *joint ventures*. Seja z o valor do segundo maior valor de $\{x_i \mid i \in \{1, \mathbf{K}, M\}\}$, a função de distribuição T da variável z é dada por $T(z) = Mz^{M-1}(1+j) - (M-1)z^M(1+j)$. Destaca-se que a inclusão do termo $(1+j)$ representa o incremento generalizado de valor decorrente do ganho de eficiência (idêntico entre os *joint ventures*).

A receita esperada do poder concedente (R_{GJ}) é calculada como $R_{GJ} = \int_0^1 zT'(z)dz$, que após substituições reduz a $R_{GJ}(M, j) = \frac{M-1}{M+1}(1+j)$, crescente em M .

Para a prova do item 2 do **Lema 6** parte-se do *payoff* esperado pelo participante M com valor x é dado por $p_{GJ}^M(x) = \int_0^x I(y)dy$. Considera-se $y = \max\{x_1, \mathbf{K}, x_{M-1}\}$, onde y é distribuído conforme função de distribuição cumulativa $I(y) = J^{M-1}(y)$. O lucro esperado *ex ante* por um participante ($p_{GJ}(M, j)$) é dado por $\int_x^1 p_{GJ}(x)J'(x)dx$. Para M *joint ventures* simétricos, $I(y) = y^{M-1}(1+j)$. Portanto, o lucro esperado do participante é dado por $\frac{(1+j)^2}{M(M+1)}$, que é decrescente em M e crescente em j . \square

O **Lema 6** caracteriza a receita do poder concedente quando ocorre uma formação conjunta de *joint ventures* simétricos. Foram alteradas algumas suposições da função de distribuição apresentadas em relação ao valor atribuído pelos *joint ventures* devido ao fato de se supor simetria e igualdade de ganho de eficiência.

Com a formação generalizada de *joint ventures*, a receita do poder concedente é afetada de duas formas contrárias. Em primeiro lugar, ocorre a redução do número de participantes no leilão pela metade, de $N+2$ para M . Por outro lado, o ganho de eficiência/sinergia eleva a avaliação dos *joint ventures*, que podem dar lances mais altos. Do lado dos participantes, o lucro esperado é incrementado por ambos os efeitos. A sinergia eleva a avaliação do contrato de concessão, ao mesmo tempo em que a redução de competição eleva o lucro esperado. Mas é necessário que se verifique se ocorre incremento de resultado para cada um dos componentes do *joint venture*. Supondo que ocorre uma distribuição igualitária de lucro para o *joint venture*, os participantes independentes preferem formar o *joint venture* quando $\frac{p_{GJ}(M, j)}{2} > p_{SJ}(N)$. Na sequência são apresentadas análises comparativas com o cenário sem formação de *joint venture*. Deste modo, são equalizadas as notações em relação ao número de participantes, de modo que $M = \frac{N-2}{2}$. Estas questões são tratadas nas Proposições 7 e 8.

Proposição 7. Para $j = 0$, a receita esperada pelo poder concedente é sempre menor no caso de formação generalizada de *joint venture*: $\Delta R_{(SJ-GJ)}(N) > 0$ para todo $N \geq 1$. Para $\forall j \in (0,1]$, existe um valor único $\hat{N}(j)$ em que a formação generalizada de *joint venture* resulta em incremento de receita para o poder concedente para todo $N > \hat{N}(j)$. Para $j = 1$, $\hat{N} = 1$, e esse valor cresce à medida que j diminui, e se torna muito grande à medida que $j \rightarrow 0$. A condição para que o poder concedente tenha uma receita maior no caso de formação de *joint ventures* simétricas é dada pela inequação $j > \frac{(N+1)(N+4)}{N(N+3)} - 1$.

Prova da Proposição 7. Para $j = 0$, $\Delta R_{(SJ-GJ)}(N)$ reduz a $2(N+2)/(N+3)(N+4)$, que é maior que zero para todo N . Para $j = 1$, $\Delta R_{(SJ-GJ)}(N)$ é $(-N^2 - N + 4)/(N+3)(N+4)$, que é claramente negativo para um N suficientemente grande, mas positivo para $N = 1$. Uma vez que, para um j fixo, $\Delta R_{(SJ-GJ)}(N)$ é decrescente em N , demonstra-se o que se pretendia. Finalmente, A condição do resultado positivo para o poder concedente é resultante da inequação $\Delta R_{(SJ-GJ)}(N, j) < 0$. □

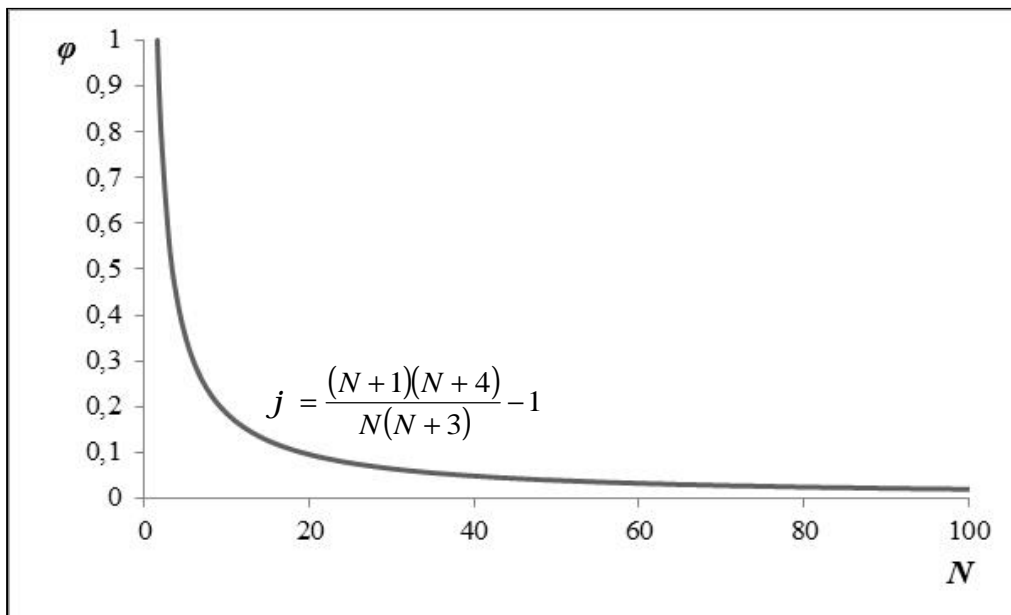


Figura 4 – Fronteira de Decisão do Poder Concedente sob Formação Generalizada de *Joint Ventures*
Fonte: Elaboração dos autores

Pela proposição 7, é possível definir uma fronteira de decisão do concedente em relação à possibilidade de formação de *joint venture*, em relação ao ganho de sinergia requerida para vários níveis participantes potenciais, conforme Figura 4. A título de exemplo, o poder concedente teria incentivo para permitir a formação de *joint venture* na presença de 20 participantes potenciais se o ganho de sinergia resultasse em geração de 10% de ganho de eficiência sobre a avaliação dos participantes independentes.

A Proposição 8 define a escolha dos participantes independentes em formar ou não o *joint venture*.

Proposição 8. Os participantes sempre formarão *joint ventures* quando permitido.

Prova da Proposição 8. Para afirmar que todos os participantes independentes optam por formar um *joint venture*, é necessário que a metade do lucro esperado do *joint venture* (supondo uma repartição igualitária do lucro) seja maior que o lucro esperado do participante independente, para todo $N > 0$, e

$\forall j \in (0,1]: \frac{P_{GJ}(Nj)}{2} > P_{SJ}(N)$. A partir dos Lemas 1 e 6, chega-se à condição $j > \pm \sqrt{\frac{1(N+4)}{2(N+3)}} - 1$, que

claramente obedece às condições acima, como se queria demonstrar, uma vez que o termo à direita da inequação é negativo para todo o domínio. \square

2.5 Formação Generalizada de *Joint Ventures* com Inclusão de Empresas com Participação Exclusivamente Conjunta

O histórico recente de leilões das concessões de transmissão apresenta um fato estilizado importante – o número de empresas que participam individualmente e em consórcio é quase igual ao número de empresas que participaram exclusivamente sob a formação de *joint ventures*, 44 e 51, respectivamente. Este contingente de empresas que exclusivamente participam por meio de consórcios é formado principalmente por empresas estrangeiras, fundos de investimento, empresas de participações, empresas de engenharia, construtoras e fornecedoras de insumos (equipamentos elétricos e estruturas metálicas). Dado este fato, é possível apresentar uma extensão para o modelo anterior. A premissa adicional é que existe um contingente Z de empresas que participam apenas quando é dada a possibilidade de formação de *joint ventures*, devido a uma série de motivos, como incapacidade financeira para bancar o projeto individualmente, inexistência de competências técnicas necessárias para a implantação e operação das instalações de transmissão, ou mesmo por se tratarem de investidores que participam apenas aplicando o capital. Neste caso, a base de comparação apresentada inicialmente se aplica, uma vez que sem a formação de *joint ventures*, estas empresas não se interessariam pelos leilões e, portanto, não teriam atuação. Quando é permitida a formação de *joint ventures*, as $Z+N+2$ empresas formam $V = \frac{Z+N+2}{2}$

joint ventures simétricos, que competem de acordo com as condições apresentadas no cenário anterior. O número de participantes exclusivos se limita ao número de participantes normais, uma vez que se supõe que as empresas que apenas participam sob formação de *joint venture* o fazem com empresas estabelecidas, que participam independentemente da permissão para formação de *joint ventures*, de modo que $Z \leq N+2$. As premissas em relação aos ganhos de sinergia novamente se mantêm, ou seja, $j \in [0,1]$, sendo j constante entre os *joint ventures*. Novamente, não há interesse analítico ao custo de entrada e, portanto, assume-se que $c=0$. A partir destas definições, é possível definir o **Lema 7**.

Lema 7. Para o caso com formação generalizada de *joint ventures* com participação de empresas que participam exclusivamente de *joint venture* (EJ) com $V = \frac{Z+N+2}{2}$ participantes simétricos *ex ante* com avaliação x_i distribuída uniformemente em $[j, 1+j]$:

1. A receita esperada pelo poder concedente é $R_{EJ}(V;j) = \frac{V-1}{V+1}(1+j)$, crescente em V e j .

2. O *payoff* esperado dos participantes (p_{EJ}) é dado por $p_{EJ}(V;j) = \frac{(1+j)^2}{V(V+1)}$, decrescente em V e crescente em j .

A **prova do Lema 7** é idêntica à apresentada no Lema 6, com a substituição de N por V .

Com a inclusão do contingente de empresas com participação exclusiva em *joint venture*, a receita do poder concedente passa a ser afetada por três efeitos. Da mesma forma que os modelos anteriores, o ganho de eficiência eleva a receita do poder concedente. A quantidade de participantes do leilão é afetada por dois efeitos, de $N+2$ para V , que é afetado positivamente pela incorporação do contingente de empresas Z , e negativamente pela formação de *joint ventures*, que reduz este novo montante pela metade. Portanto, o efeito em termos de quantidade de participantes é ambíguo.

Supondo que ocorra uma distribuição igualitária de lucro para o *joint venture*, os participantes independentes preferem formar o *joint venture* quando $\frac{p_{EJ}(V;j)}{2} > p_{SJ}(N)$. Na sequência, são apresentadas análises comparativas com o cenário sem formação de *joint venture*. Deste modo, são equalizadas as notações em relação ao número de participantes, de modo que $V = \frac{Z+N+2}{2}$. Estas questões são tratadas nas Proposições 9 e 10. A **Proposição 9** define o a escolha dos participantes normais em formar ou não o *joint venture*.

Proposição 9. O lucro esperado pelos participantes normais é maior no caso de formação de *joint ventures* quando obedecida a condição $j \geq \sqrt{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1$. Mesmo no caso em que essa condição não é respeitada, a decisão de formação dos *joint ventures* ocorre mesmo assim quando o lucro esperado de formação generalizada de *joint ventures* é menor, no intervalo $\sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{(N+2)(N+3)}} - 1 < j < \sqrt{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{(N+2)(N+3)}} - 1$, mas não ocorre para $j < \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{(N+2)(N+3)}} - 1$, situação em que apenas um *joint venture* é formado.

Prova da Proposição 9. Para afirmar que o lucro esperado é reduzido neste cenário, é necessário que a metade do lucro esperado do *joint venture* (supondo uma repartição igualitária do lucro) seja maior que o lucro esperado do participante independente, para todo $N \geq 1$, $Z \geq 1$, e $\forall j \in (0,1]$:

$$\frac{p_{EJ}(N;Z;j)}{2} > p_{SJ}(N). \text{ A partir dos Lemas 1 e 8, chega-se à condição } j \geq \sqrt{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{(N+2)(N+3)}} - 1,$$

que garante as afirmações acima. A decisão individual, por outro lado, depende da expectativa de que as demais empresas também não formariam *joint ventures*. A formação de apenas um *joint venture* traz uma vantagem considerável para as empresas que a constituem, em termos da sua eficiência. Para fins de análise, supõe-se uma regra em que só são possíveis três cenários – a não formação de nenhum *joint venture*, a formação de apenas um *joint venture* (representativos dos casos intermediários, com formação de mais de um *joint venture*), e a formação generalizada de *joint ventures*, o que permite uma análise de jogos com apenas dois jogadores (representativos de todos os jogadores). O lucro esperado dos participantes individuais e do *joint venture* em um cenário em que apenas um *joint venture* é formado pode ser resgatado do **Lema 3**, o lucro de $N+2$ participantes individuais, no caso de nenhum dos participantes formar *joint ventures* do Lema 1, e o lucro dos $N+Z+2$ participantes sob *joint venture* do **Lema 7**, e compõem a matriz de *payoffs* da decisão de formar ou não o *joint venture* em um cenário em

que j não é alto suficiente para tornar a decisão geral de formação de *joint ventures* certa, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Matriz de *payoffs* para o jogo de formação de *joint venture*

		Participante N	
		Não forma <i>joint venture</i>	Forma <i>joint venture</i>
Participante I	Não forma <i>joint venture</i>	$p_{SJ}(N) = \frac{1}{(N+3)(N+2)}, p_{SJ}(N) = \frac{1}{(N+3)(N+2)}$	$p_{JV}(N;j) = \frac{1}{(1+j)(N+3)(N+2)},$ $\Pi_{JV}(N;j) * \frac{1}{2} = \frac{1}{(1+j)} \left(\frac{1-jN}{N+1} - \frac{1}{N+3} + \frac{1}{3}j(j+3) \right) * \frac{1}{2}$
	Forma <i>joint venture</i>	$\Pi_{JV}(N;j) * \frac{1}{2} = \frac{1}{(1+j)} \left(\frac{1-jN}{N+1} - \frac{1}{N+3} + \frac{1}{3}j(j+3) \right) * \frac{1}{2},$ $p_{JV}(N;j) = \frac{1}{(1+j)(N+3)(N+2)}$	$p_{EJ}(N;Z;j) * \frac{1}{2} = \frac{4(1+j)^2}{(Z+N+2)(Z+N+4)} * \frac{1}{2},$ $p_{EJ}(N;Z;j) * \frac{1}{2} = \frac{4(1+j)^2}{(Z+N+2)(Z+N+4)} * \frac{1}{2}$

Fonte: Elaboração dos autores

Para facilitar a análise, é necessário compor uma ordenação de lucro para a avaliação dos agentes, dadas as condições estabelecidas. Das análises anteriores, sabe-se que $p_{JV}(N;j) < p_{SJ}(N) < \Pi_{JV}(N;j) \times 1/2$, e que o cenário em análise, de que $j < \sqrt{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{(N+2)(N+3)}} - 1$, então $p_{SJ}(N) > p_{EJ}(N;Z;j) \times 1/2$. Deste modo, resta definir a relação entre $p_{EJ}(N;Z;j) \times 1/2$ e $p_{JV}(N;j)$. A condição para que $p_{EJ}(N;Z;j) \times 1/2 < p_{JV}(N;j)$ é que $j < \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1$, caso em que é possível ordenar os *payoffs* da seguinte forma: $p_{EJ}(N;Z;j) \times 1/2 < p_{JV}(N;j) < p_{SJ}(N) < \Pi_{JV}(N;j) \times 1/2$, e resumir o quadro de *payoffs* conforme Quadro 2, que representa os ganhos simplificados de forma linearizada, de modo a demonstrar a ordenação dos lucros esperados.

Quadro 2 – Matriz de *payoffs* para o jogo de formação e *joint venture* sob a suposição de que

$$j < \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{(N+2)(N+3)}} - 1$$

		Participante N	
		Não forma <i>joint venture</i>	Forma <i>joint venture</i>
Participante I	Não forma <i>joint venture</i>	3, 3	2, 4
	Forma <i>joint venture</i>	4, 2	1, 1

Fonte: Elaboração dos autores

No jogo apresentado, os participantes não possuem estratégias dominantes em um jogo simultâneo, e os pontos (4,2) e (2,4) são Equilíbrios de Nash. Deste modo, sob a condição dada, apenas um *joint venture* é formado.

Sob a suposição de um nível intermediário do ganho de eficiência da formação de *joint venture*, em que $\sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1 < j < \sqrt{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{(N+2)(N+3)}} - 1$, a relação entre o lucro dos

participantes se inverte, de modo que $p_{JV}(N;j) < p_{EJ}(N;Z;j) < p_{SJ}(N) < \Pi_{JV}(N;j)$, o que resulta na matriz de *payoffs* linearizados conforme Quadro 3.

Quadro 3 – Matriz de *payoffs* para o jogo de formação e *joint venture* sob a suposição de que

$$\sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1 < j < \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1$$

		Participante N	
		Não forma <i>joint venture</i>	Forma <i>joint venture</i>
Participante 1	Não forma <i>joint venture</i>	3 , 3	1 , 4
	Forma <i>joint venture</i>	4 , 1	2 , 2

Fonte: Elaboração dos autores

Neste caso, o jogo é análogo a um dilema do prisioneiro, e as estratégias dominantes são de formação de *joint venture*, uma vez que os participantes maximizam os seus resultados, independentemente da opção do outro, o que implica em um único equilíbrio de Nash no ponto (2,2).

Finalmente, exatamente no ponto em que $j = \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1$, chega-se a $p_{SJ}(N) = p_{EJ}(N;Z;j) \times 1/2$, e a matriz de *payoff* é alterada conforme Quadro 4.

No jogo apresentado os participantes não possuem estratégias dominantes, e os pontos (2,2), (4,2) e (2,4) são Equilíbrios de Nash. Neste ponto de transição, tanto o resultado de formação generalizada como de formação de apenas um *joint venture* são possíveis.

Quadro 4 – Matriz de *payoffs* para o jogo de formação e *joint venture* sob a suposição de que

$$j = \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{(N+2)(N+3)}} - 1$$

		Participante N	
		Não forma <i>joint venture</i>	Forma <i>joint venture</i>
Participante 1	Não forma <i>joint venture</i>	3 , 3	2 , 4
	Forma <i>joint venture</i>	4 , 2	2 , 2

Fonte: Elaboração dos autores

Como resultado, verifica-se que apenas no caso em que $j < \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1$ necessariamente não ocorre a formação generalizada de *joint ventures*, conforme se pretendia demonstrar. □

A **Proposição 9** estabelece que no cenário em que existem potenciais participantes exclusivos para formação de *joint venture*, existe um nível mínimo do ganho de eficiência, que depende não linearmente do número de participantes normais e exclusivos, abaixo do qual ocorre a formação de apenas um *joint venture*. Os resultados da **Proposição 9** podem ser representados graficamente, conforme Figura 5, para dado valor fixo de Z. Variações positivas de Z deslocam ambas as curvas para cima, o que

torna mais provável a decisão de formação de apenas um *joint venture*. Porém, esta probabilidade é minimizada à medida que N se torna muito grande.

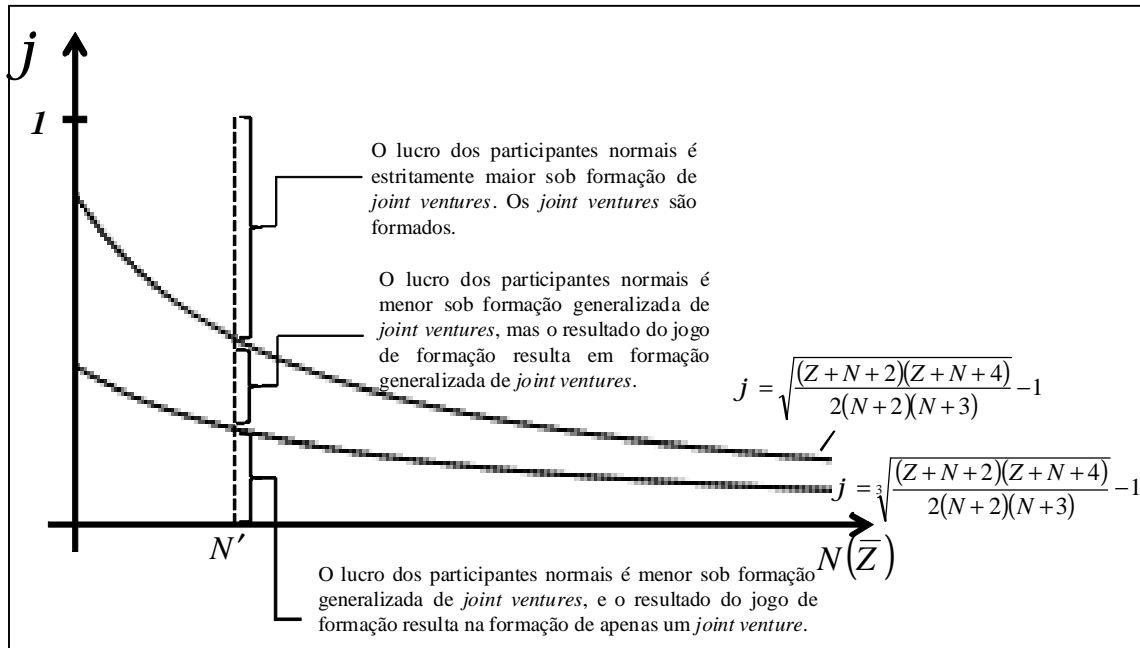


Figura 5 – Formação Endógena de *Joint Ventures* com Inclusão de Empresas com Participação Exclusiva em *Joint Venture*

Fonte: Elaboração dos autores

Proposição 10. Para $j > \frac{2}{N^2 + N - 2}$, a receita esperada pelo poder concedente é sempre maior no caso de permissão de formação de *joint ventures*. Quanto maior o ganho de eficiência da formação de *joint ventures*, maior a atratividade da permissão de formação de *joint ventures*. Quanto maior o número de empresas participantes exclusivas em formação de *joint ventures*, maior é a atratividade para a adoção da regra de formação de *joint ventures*.

Prova da Proposição 10. O cálculo da receita do poder concedente é determinada pelo resultado do jogo de formação de *joint venture* apresentado na **Proposição 9**. Quando

$j > \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1$, ocorre a formação generalizada de *joint ventures*, e a receita do poder

concedente é dada pelo **Lema 7**: $R_{EJ} \left(N; Z; j > \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1 \right) = \frac{Z+N}{Z+N+4} (1+j)$. Deste

modo, a condição de que seja benéfico ao poder concedente permitir a participação conjunta em leilões é $\Delta R_{(SJ-EJ)} \left(N; Z; j > \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1 \right) < 0$, que se verifica para todo $N \geq 1$ e $Z \geq 1$. Por outro

lado, quando $j < \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1$, ocorre a formação de apenas um *joint venture*, a receita

do poder concedente é dada por $R_{JV}(N, j)$, e a condição de incremento da receita do poder concedente é

dada por $\Delta R_{(SJ-JV)} \left(N; j < \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1 \right) < 0$, que resulta em $j > \frac{2}{N^2 + N - 2}$. \square

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os modelos apresentados neste artigo exploraram uma diversidade de premissas e situações possíveis de explicar o efeito da formação de *joint ventures* em leilões de transmissão. Inicialmente, verificou-se o efeito da formação de um único *joint venture*, em um modelo de leilão de participantes assimétricos, e as condições em que o poder concedente tem vantagem com a formação, conforme analisado no modelo de Marquez e Singh (2013). A questão neste modelo é efeito líquido entre a redução da competição e o incremento do valor trazido pelo ganho de eficiência das competências das empresas combinadas. Além disso, ambientes com N grande o suficiente requerem que o ganho de eficiência potencial da formação de *joint ventures* seja baixo para compensar este efeito, e vice versa.

Com a suposição de livre entrada nos leilões, a relação muda. Diante da expectativa de um lance mais competitivo do *joint venture*, os participantes independentes tendem a participar menos, e o efeito final é que quanto maior a eficiência do *joint venture*, pior é o resultado para o poder concedente. Ao se incluir o efeito de um custo de entrada positivo, uma situação mais complexa emerge. Para níveis baixos e muito altos de participantes potenciais a formação de *joint ventures* reduz a receita do poder concedente, e para níveis intermediários a incrementa. Para um número de participantes baixo, a formação de *joint venture* tem forte impacto na redução da competição. Quando o número de potenciais participantes é muito alto, o determinante principal da formação de lances não é o grau de participação, mas o custo de entrada, que determina quantos de fato darão lances e o efeito da formação do *joint venture* é de ampliar o efeito de não entrada.

Na sequência, são apresentadas extensões aos modelos de Marquez e Singh (2013), que tentam descrever melhor alguns dos fatos estilizados verificados no histórico recente dos leilões de transmissão no Brasil. Inicialmente, propõe-se modelo com a formação generalizada de *joint ventures*, que resulta em uma competição simétrica entre *joint ventures*. A análise comparativa com o cenário base estabelece a preferência estrita das empresas em formar *joint ventures*, visto que somam-se dois efeitos positivos no lucro esperado: ganho de eficiência e redução de competição. Para o poder concedente, os dois efeitos são contrários na determinação de sua receita, do qual pode-se determinar as condições da relação de número de participantes e de ganho de eficiência que tornam a formação de *joint ventures* favorável, do que se podem extrair relações estritas: quanto maior o número de participantes e o fator de ganho de eficiência, maior a receita do poder concedente.

A extensão seguinte incorpora na análise o fato estilizado dos *joint venture* com empresas que participam dos leilões de transmissão exclusivamente por meio de participações em *joint ventures*. Ao incorporar este contingente à margem do mercado, o efeito para os participantes cativos se torna ambíguo, o que resulta numa dinâmica de formação endógena de *joint ventures*. Sob certas condições do número de participantes cativos e exclusivos de *joint venture* e do grau do ganho de eficiência, uma matriz de *payoff* é definida, resgatando-se resultados do cenário de formação de um único *joint venture* e do cenário base, com resultados diversos. Para níveis altos do ganho de eficiência e/ou do número de participantes cativos e exclusivos de *joint ventures*, a formação de *joint ventures* é preferível para os participantes que possuem o poder da escolha (os participantes cativos). Para uma combinação intermediária, pode ser individualmente preferível que nenhum *joint venture* se forme, mas o resultado é análogo a um jogo de dilema do prisioneiro, em que o equilíbrio de Nash não é a melhor solução para os participantes cativos, caso fosse possível um acordo crível de não formação de *joint venture*. Neste caso, os *joint ventures* também se formam. Finalmente, para níveis mais baixos das variáveis, o jogo resulta na formação de um único *joint venture*. Algumas considerações são importantes. Neste último caso, as empresas que primeiro se movem na direção da formação do *joint venture* garantem o resultado mais alto. Em segundo lugar, o jogo é uma simplificação, pois o jogo original seria formado por todos os participantes, mas foi resumido a dois jogadores representativos. As limitações devem ser consideradas, mas um resultado possível de um jogo mais complexo seria a formação parcial de *joint ventures*, em que uma parcela das empresas formam *joint ventures*, enquanto outras participam sozinhas. Este resultado parece explicar a diversidade de estruturas de competições em leilões de transmissão – os lotes são disputados por uma variedade de estruturas: empresas independentes contra consórcios, consórcios contra consórcios, apenas independentes, etc.

As extensões propostas ignoraram o possível efeito do custo de entrada e livre entrada. Ambos os efeitos relevantes ocorrem no modelo de formação única de *joint venture* exatamente pelo efeito assimétrico que possuem sobre os participantes independentes. Quando se considera o equilíbrio decorrente de participantes simétricos, o custo de entrada tem o efeito de redução de participação na mesma medida entre os cenários sem e com a formação de *joint ventures*, pois limita a participação das mesmas empresas cujo valor privado é baixo demais para compensar o investimento inicial de participação no leilão, dado o lucro esperado.

Cabe ressaltar que as extensões propostas ignoraram o possível efeito do custo de entrada e livre entrada. Ambos os efeitos relevantes ocorrem no modelo de formação única de *joint venture* exatamente pelo efeito assimétrico que possuem sobre os participantes independentes. Quando se considera o equilíbrio decorrente de participantes simétricos, o custo de entrada tem o efeito de redução de participação na mesma medida entre os cenários sem e com a formação de *joint ventures*, pois limita a participação das mesmas empresas cujo valor privado é baixo demais para compensar o investimento inicial de participação no leilão, dado o lucro esperado.

Os modelos de formação generalizada de *joint venture* tiveram algumas suposições simplificadoras que poderiam ser relaxadas em estudos subsequentes. Considera-se que o ganho de eficiência seja simétrico. Ao considerar uma distribuição para o ganho de eficiência, um resultado não simétrico emergiria. A suposição de inexistência de custo de entrada poderia ser relaxada neste contexto, com resultados analíticos potencialmente relevantes. A suposição fundamental de valor privado também poderia ser relaxada. Paulo (2012) verifica indícios de que leilões de concessão de transmissão são mais bem descritos como leilões de valor afiliado, conforme definido por Milgrom e Weber (1982), em que as estimativas de valor dos participantes são interdependentes, pois dependem da informação privada e também de informações que são compartilhadas entre todos os participantes, na verdade uma descrição que junta elementos dos modelos de valor privado e comum. Um possível avanço na área seria verificar os resultados das hipóteses deste trabalho sob o arcabouço de modelos de valor afiliado.

REFERÊNCIAS

DEBROCK, Larry M.; SMITH, James L. Joint bidding, information pooling, and the performance of petroleum lease auctions. **The Bell Journal of Economics**, p. 395-404, 1983.

ESTACHE, Antonio; IIMI, Atsushi. Auctions with endogenous participation and quality thresholds: evidence from ODA infrastructure procurement. **World Bank Policy Research Working Paper Series**, 2009.

PAULO, Goret Pereira. **A utilização de leilões em modelos de expansão da rede de transmissão de energia elétrica**. Tese de doutorado em Administração Pública. Escola de Administração de Empresas de São Paulo - EAESP-FGV. 2012.

MARQUEZ, Robert; SINGH, Rajdeep. The economics of club bidding and value creation. **Journal of Financial Economics**, v. 108, n. 2, p 493-505, 2013.

MILGROM, Paul R.; WEBER, Robert J. A theory of auctions and competitive bidding. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 1089-1122, 1982.

RAY, Debraj; VOHRA, Rajiv. A theory of endogenous coalition structures. **Games and Economic Behavior**, v. 26, n. 2, p. 286-336, 1999.

VICKREY, William. Counterspeculation, auctions, and competitive sealed tenders. **The Journal of finance**, v. 16, n. 1, p. 8-37, 1961.

ANÁLISE DA COMPETIÇÃO E FORMAÇÃO DE *JOINT VENTURES* NOS LEILÕES DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Eduardo Cardeal Tomazzia¹ (PPGDE/UFPR)

Armando Vaz Sampaio² (PPGDE/UFPR)

RESUMO

O artigo tem como objetivo verificar o efeito da formação de *joint ventures* na competição dos leilões de concessão do serviço de transmissão de energia elétrica no Brasil. Apresenta-se uma adaptação e extensões baseadas no modelo de análise da formação de *joint ventures* em leilões, apresentado por Marquez e Singh (2013). Sob formação generalizada de *joint ventures*, verifica-se uma preferência estrita das empresas em formar *joint ventures*, visto que se somam dois efeitos positivos no lucro esperado: ganho de eficiência e redução de competição. Para o poder concedente, os dois efeitos são contrários na determinação de sua receita, da qual se pode determinar as condições da relação de número de participantes e de ganho de eficiência que tornam a formação de *joint ventures* favorável, e se extraem relações estritas: quanto maior o número de participantes e o fator de ganho de eficiência, maior a receita do poder concedente. Ao supor um contingente de empresas que participam dos leilões de transmissão exclusivamente por meio de participações em *joint ventures*, uma dinâmica de formação endógena de *joint ventures* emerge. Para níveis altos do ganho de eficiência e/ou do número de participantes normais e exclusivos de *joint ventures*, a formação é preferível. Para uma combinação intermediária, pode ser individualmente preferível que nenhum *joint venture* se forme, mas o equilíbrio de Nash é a formação generalizada. Finalmente, para níveis mais baixos das variáveis, o jogo resulta na formação de um único *joint venture*.

Palavras-chave: Competição, Regulação Econômica, Transmissão de Energia Elétrica, *Joint Ventures*, Teoria dos Leilões.

ABSTRACT

The articles' main objective is to verify the impact of joint venture formation in electricity transmission public procurement auctions in Brazil, which means compare if this phenomenon generates larger bids from the companies and if this increment is larger than the negative effect of reducing the number of participants. One presents an adaptation and extensions of the joint venture formation in auction model, introduced by Marquez and Singh (2013). Under generalized joint venture formation, the companies strictly prefer to engage in joint bidding, because both effects – efficiency gain and reduced number of competitors – increase expected profits. The outcome of these effects is ambiguous for the granting authority and depends on some conditions: the bigger the number of potential participants and the degree of efficiency gains of joint venture formation, the higher is the granting authority revenue. Supposing a quota of companies that would only participate on auctions by forming joint ventures, an endogenous formation mechanism emerges. For high levels of number of exclusive and normal companies and high degree of efficiency gains, the formation is preferred by normal companies and all joint ventures are formed. For intermediate levels, even though it is individually preferred if no joint venture were formed, the Nash equilibrium of the game is the generalized formation. For lower levels, the game results on the formation of only one joint venture.

Keywords: Competition, Economic Regulation, Electricity Transmission, Joint Ventures, Auction Theory.

JEL: C70, D44, L94

Área Anpec: Área 8 - Microeconomia, Métodos Quantitativos e Finanças

¹ Doutor em Desenvolvimento Econômico pelo PPGDE/UFPR. Economista da Eletrosul Centrais Elétricas S.A.

² Professor Associado do Departamento de Economia da Universidade Federal do Paraná.

1 INTRODUÇÃO

O setor de transmissão de energia se configura como elemento central na eficiência do planejamento e operação dos sistemas elétricos nacionais. Pela sua natureza específica, incapaz de acumular estoques, em que a demanda imediata deve ter correspondente oferta, e das características do sistema elétrico brasileiro, fortemente baseado em hidrelétricas, situadas em locais distantes das principais regiões consumidoras, o sistema de transmissão de energia, e a eficiência em sua implantação e operação, são determinantes na eficiência do sistema elétrico nacional e na sua contribuição para o crescimento econômico de longo prazo.

O atual marco regulatório do setor, aplicado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), cria um ambiente de concorrência artificial, baseada (i) *ex-ante*, nos leilões de concessão sob o modelo de *revenue-cap* – concorrência pelo melhor projeto e expectativa de sua execução; e (ii) durante o período de concessão, baseado na eficiência operacional e em requisitos de qualidade do serviço prestado. O setor de transmissão é remunerado por uma Receita Anual Permitida (RAP) definida em leilão de concessão, afetada apenas pela qualidade do serviço e revisão tarifária, em que se aplica a captura dos ganhos de eficiência da empresa pelos consumidores, seguindo o princípio norteador do poder concedente – a modicidade tarifária³.

Atualmente, 128 concessionárias operam o sistema brasileiro de transmissão de energia elétrica. Ao final da década de 1990, início do período de estabelecimento do ambiente regulatório vigente, este número era de 12 empresas. A expansão se deve à entrada de algumas empresas e grupos empresariais estrangeiros, mas também à emergência do modelo de Sociedade de Propósito Específico (SPE), na sua maioria com o controle acionário partilhado entre duas ou mais empresas (e grupos empresariais) com atuação anterior no setor, e mesmo em atividades adjacentes (construção, engenharia, insumos). Os incentivos econômicos para esta configuração de empresas formadas para atuação em determinado projeto passa pelas condições de financiamento, principalmente de *project finance* e pela formação de *joint ventures*, com o resultado da cooperação entre empresas.

O atual ambiente de competição no setor de transmissão de energia elétrica foi moldado por uma condição inicial de predomínio de estatais, com a entrada de novos atores privados, nacionais e internacionais, seja por meio de privatização ou de leilões, e apresenta uma conformação – seja por requisitos de financiabilidade, requisitos de capital, complementaridades técnicas – que tem incentivado a formação de *joint ventures* entre empresas do setor, sob as formas de consórcio e SPEs. De 2003 a 2013, dos 158 lotes não desertos (com lances) disputados nos leilões de concessão do serviço de transmissão, 54 foram vencidos por consórcios formados por duas ou mais empresas.

O resultado mais aparente destas alterações é o acirramento da competição entre as empresas. Nos leilões, o nível médio de deságio⁴ verificado nos leilões é elevado, conforme Figura 1, atingindo mais de 50% em 2007, com relativa retração nos anos seguintes, em parte devido à crise financeira mundial.

Sob a atual conformação de operacionalização de políticas públicas, baseadas em sistemas de Parceria Pública e Privada (PPP) e concessões dos serviços públicos, a efetividade das ações públicas de desenvolvimento baseia-se em boa medida nos sistemas de concessão dos serviços públicos. O objetivo de ampliação da infraestrutura por PPPs, que envolve o leilão de concessões de serviços públicos e de construção de ativos de infraestrutura, é um dos grandes desafios de políticas públicas, não apenas por envolver grandes projetos, com volumes de recursos e riscos associados, mas também devido à complexidade dos serviços públicos. Os mecanismos e o desenho dos leilões são extremamente relevantes em se obter o melhor resultado possível para o objetivo público – serviço público e infraestrutura de qualidade e pelo menor custo ao contribuinte (modicidade tarifária). O desenho dos leilões deve levar em consideração o fato de que a participação no pleito é um fator endógeno, e a endogeneidade da participação em leilões é uma questão complexa.

³ O Princípio da Modicidade afirma que serviço público deve ser prestado da forma mais barata possível, de acordo com a tarifa mínima.

⁴ O deságio oferecido pela empresa no leilão é aplicado à receita anual que se aceita receber ao longo do período de concessão.

O *joint bidding*⁵ desempenha papel importante na promoção da competição nos leilões de concessões do serviço público. Em teoria, o efeito do *joint bidding* depende das condições gerais do leilão, do seu objeto e da competição existente no setor, manifestando-se por dois canais principais: por alterar o número de participantes e por afetar a valoração do objeto pelos participantes. (ESTACHE; IIMI, 2009)

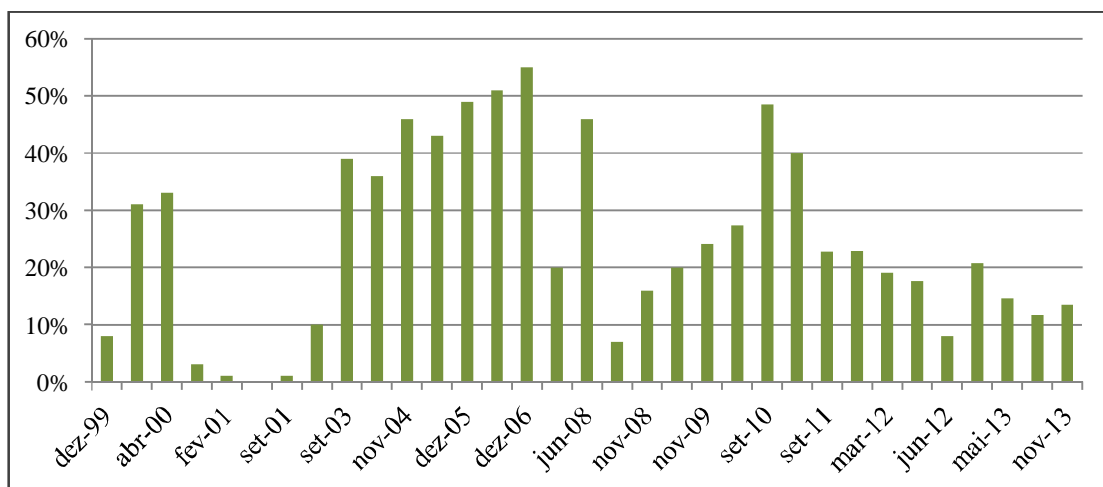


Figura 1 – Deságio Médio nos Leilões de Transmissão

Fonte: Elaboração dos autores

A relação das regras e estruturas dos leilões e a potencialização da competição nos certames de concessões públicas é uma questão fundamental para os objetivos de políticas públicas. Regras que permitem/incentivam a formação de consórcio representam um campo de estudo relevante da competição em leilões. A ocorrência deste fenômeno pode resultar de arranjos com potenciais de incremento de eficiência e competição, por permitir a participação: (i) de empresas com restrição de capacidade, que ao se combinarem atingem a escala mínima necessária para execução dos projetos; (ii) aliança de empresas com especialidades complementares para a execução do projeto; (iii) permite/incentiva a entrada de empresas estrangeiras, que procuram reduzir o risco de entrada ao se associar a empresas adaptadas às condições de mercado/institucionais necessárias para a implantação e exploração das concessões públicas. O incremento potencial eleva o número esperado de participantes, com aumento da competição, o que induz os participantes a revelar os preços de reserva, com vantagens ao poder concedente, e elevação da modicidade tarifária para os usuários dos serviços. Por outro lado, o arranjo de formação de consórcios pode representar um artifício para o conluio, com fortes efeitos contrários à competição. Se uma empresa capacitada e com intenção de participar de um leilão mesmo que de forma independente (caso não haja opção), opta por participar em consórcio, o resultado é de redução de competição, que pode ou não resultar de conluio. Deste modo, o objetivo deste trabalho é aplicar as ferramentas analíticas da teoria dos leilões com o intuito de responder a seguinte pergunta: a formação de joint ventures resulta em benefício para o poder concedente, em termos de modicidade tarifária?

Estudos anteriores já abordaram este problema da participação de *joint ventures* em leilões, como o seminal de Debrock e Smith (1983), com foco na concessão de exploração de petróleo. Mais recentemente, Ray e Vohra (1999) analisam a estruturação de coalizões para participação em leilões, em modelo de barganha. O foco destes trabalhos são leilões de valor comum. Em relação a leilões de valor privado, destacamos o trabalho de Marquez e Singh (2013), para a análise de leilões de venda de empresas.

Finalmente, a abordagem de modelagem formal de leilões é incipiente na literatura brasileira, e este trabalho apresenta um modelo voltado/adaptado para os leilões de transmissão com efeitos endógenos de formação e participação de *joint ventures*, e seus efeitos em termos de eficiência social e ganhos do poder concedente.

⁵ Participação conjunta no leilão, no caso dos leilões de transmissão no Brasil sob a forma de consórcios.

2 LEILÕES DE CONCESSÃO DO SERVIÇO DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Conforme regras estabelecidas pela ANEEL, os leilões de transmissão no Brasil tem como objeto de lance a RAP das concessões, em que estabelece uma Receita Anual máxima para o início do leilão. Deste modo, são válidos os lances iguais ou menores ao estabelecidos (ou deságio maior ou igual a zero). Deste modo, o leilão da concessão de transmissão na verdade é um Leilão Reverso, uma vez que possui apenas um comprador (poder concedente) e vários vendedores (empresas concessionárias do serviço público de transmissão). A primeira rodada constitui um leilão de primeiro preço de carta fechada. Os participantes dão seus lances em cartas fechadas, que são abertas simultaneamente. Vence quem oferecer o menor lance, a não ser que o menor lance seja menos de 5% menor que o segundo colocado. Neste caso, inicia-se a segunda fase, com lances abertos e sucessivos, um leilão aberto ou viva voz. Nesta situação, o leilão segue até que um lance não seja mais coberto por outro. Deste modo, o modelo de leilão é híbrido, e segue o *Anglo-Dutch Design*.

Os leilões de concessão de transmissão tem uma característica de possuir informações públicas, como o projeto definido pela reguladora, as especificações técnicas, o modelo de impostos e encargos a que a atividade está submetida, mas também possuem informações privadas, com vantagem aos atores já inseridos no mercado, entre elas a estimativa do custo de implantação e viabilidade de cumprimento de cronograma, que envolve uma boa avaliação do custo dos materiais, mão de obra, custos patrimoniais (indenização dos terrenos na área de instalação das linhas de transmissão), custo e prazo para obtenção do licenciamento ambiental, estimativa da operação e manutenção das instalações, entre outras.

3 MODELOS DE FORMAÇÃO DE *JOINT VENTURES* NOS LEILÕES DE TRANSMISSÃO

A criação de valor pela conjunção de competências, ativos, informações etc. decorrente da atuação em conjunto de empresas na participação de um leilão, é explorado no modelo apresentado na sequência, cujo objetivo principal é analisar o *trade-off* entre os efeitos de criação de valor e redução de competição no resultado final do leilão, tanto para as empresas participantes do leilão de concessão do serviço público de transmissão como para o poder concedente, que objetiva em última instância a modicidade tarifária. A análise apresentada parte do modelo de Marquez e Singh (2013), originalmente elaborado para estudar os leilões de venda de empresas, e na sequência são introduzidas extensões com o intuito de contribuir na descrição dos leilões de concessão do serviço de transmissão de energia elétrica. Deste modo, não são apresentadas as provas dos Lemas 1 a 5 e as Proposições 1 a 6, que podem ser verificadas no artigo de Marquez e Singh (2013). As provas exibidas referem-se aos Lemas e Proposições apresentadas originalmente no presente artigo.

Para analisar estes aspectos, são consideradas inicialmente três características importantes: (i) a formação de *joint venture* resulta na formação de um valor que considera o maior valor avaliado entre os participantes; (ii) a conjunção das empresas resulta em um componente adicional de valor de sinergia; (iii) a participação no leilão apresenta um componente de custo para os participantes, devido aos custos de análise dos projetos, formulação da engenharia financeira, etc.

O modelo apresentado é de valor privado. Para a grande maioria dos leilões, componentes de valor comum e valor privado são plausíveis na descrição dos ativos sendo leiloados. Na literatura de análise de leilões, o caso estilizado de leilão de concessão de valor comum é o de exploração de petróleo, cujo fundamento do valor é, predominantemente, decorrente das estimativas de quantidade de reservas e de custo de extração, cuja variância é alta. No caso em questão, considera-se que o componente de valor privado é mais relevante, uma vez que a concessão de transmissão possui receita definida (no momento do leilão), assim como uma estrutura de custo de implantação e operação previamente conhecida (com uma pequena margem de erro) e fortemente dependente das capacidades das empresas participantes dos leilões. As empresas possuem estimativas razoáveis do custo de implantação e de operação (padrão de eficiência); os futuros ganhos de eficiência serão, em grande medida, capturados pelo poder concedente na revisão tarifária.

Adicionalmente, para simplificar as soluções matemáticas do modelo e das análises, algumas suposições/simplificações são adotadas, de modo que não prejudiquem os resultados:

1. Representa-se o modelo de concessão de transmissão – reverso, com um comprador e vários vendedores – como um leilão direto. Deste modo, o lance dado pela RAP (nos moldes do *revenue cap*) é representado por um lance sobre o valor da concessão a valor presente. A relação entre as duas é direta e representa uma boa descrição da avaliação das empresas: a decisão das empresas referente ao lance sobre uma RAP é de fato baseada em um valor presente da concessão, e deste modo são equivalentes. Do lado do poder concedente, esta simplificação possui a mesma relação: a modicidade tarifária, dada pelo objetivo de dar a concessão pelo menor valor de receita possível, é diretamente análoga a conceder a exploração do serviço público pelo maior valor de venda possível;
2. A análise de equilíbrio de Nash não cooperativo do leilão é calculada considerando o leilão como um leilão de carta fechada de segundo preço. O leilão de concessão do serviço de transmissão é um leilão híbrido, de carta fechada de primeiro preço no primeiro estágio, com a possibilidade de um leilão crescente de viva voz (inglês) no segundo estágio. A análise de leilão de carta fechada de segundo preço é, estrategicamente, idêntica ao leilão inglês, conforme apresentado por Vickrey (1961), que demonstra a igualdade de resultado do leilão inglês e do leilão de carta fechada de primeiro preço sob as suposições de valor privado e inexistência de aversão ao risco.

2.1 Análise da Formação de um *Joint Venture*

Inicia-se a formulação do modelo pela caracterização da receita do poder concedente e o *payoff* esperado pelos participantes dos leilões em dois cenários: um em que não ocorre a formação de *joint venture*, e a segundo em que ocorre. Inicialmente, considera-se que o custo de entrada no leilão é nulo, $c=0$, e o número de participantes no leilão é $N+2$. Deste modo, caso ocorra a formação de um *joint venture*, o número de participantes passa a ser $N+1$. No primeiro caso, em que não ocorre *joint venture*, as condições são dadas pelo Lema 1.

Lema 1. Para o caso sem *joint venture* (SJ) com $N+2$ participantes simétricos *ex ante* com avaliação x_i distribuída uniformemente em $[0,1]$:

1. A receita esperada pelo poder concedente é $R_{SJ} = \frac{N+1}{N+3}$, crescente em N .
2. O *payoff* esperado dos participantes (p_{SJ}), bruto do custo de entrada c , é dado por $p_{SJ}(N) = \frac{1}{(N+3)(N+2)}$, decrescente em N .

O **Lema 1** caracteriza a receita do poder concedente quando os participantes são simétricos, e nenhum *joint venture* é formado. Claramente, na medida em que o número de participantes cresce, a receita cresce, uma vez que a competição se acirra. No limite, a receita converge a 1. Por outro lado, o crescimento no número de participantes reduz o *payoff* dos participantes, que converge a zero.

Para incorporar na análise a formação de um *joint venture* (JV), é necessário descrever a sua avaliação. O *joint venture* é formado pelos participantes 1 e 2, que ao participarem em conjunto, avaliam a concessão pela seguinte função $x_{JV} = \max\{x_1, x_2\} + j \min\{x_1, x_2\} \in [0, 1+j]$. Deste modo, o valor da concessão para um *joint venture* é dado pelo valor individual máximo entre os participantes, com a adição de um componente de agregação de valor decorrentes de sinergia (operacional, redução de custos etc.), que varia de 0 a 1: $j \in [0, 1]$. Denota-se $G(\cdot)$ a função de distribuição de x_{JV} , que é dada por:

$$G(x_{JV}; j) = \begin{cases} \frac{x_{JV}^2}{1+j} & \text{se } x_{JV} \leq 1 \\ \frac{1}{1+j} + (x_{JV} - 1) \frac{2j + 1 - x_{JV}}{j(j+1)} & \text{se } 1 < x_{JV} \leq 1+j. \end{cases}$$

Adicionalmente, $G(x_{JV}; j)$ é contínua e um incremento em j favorece o resultado para o *joint venture*, conforme Lema 2.

Lema 2. $G(x_{JV}; j)$ é contínua e diferenciável ao em todo o domínio onde $G(x_{JV}; j_h) \leq G(x_{JV}; j_l)$ para $j_h > j_l$ (dominância estocástica de primeira ordem).

O **Lema 3** descreve a receita do poder concedente sob a presença de *joint venture*.

Lema 3. Supondo a existência de N participantes simétricos *ex ante* com valores privados com avaliação x_i distribuída uniformemente em $[0,1]$, e a participação de um *joint venture* com o valor x_{JV} dada pela distribuição $G(x_{JV})$:

1. A receita esperada pelo poder concedente é dada por $R_{JV}(N; j) = \frac{N}{N+1} - \frac{1}{1+j} \frac{N}{(N+3)(N+2)}$, crescente em j e N .
2. O *payoff* esperado (*ex ante*), bruto do custo c , de um participante independente é dado por $p_{JV}(N; j) = \frac{1}{(1+j)(N+3)(N+2)}$, decrescente em j e N .
3. O *payoff* esperado (*ex ante*), bruto do custo c , do *joint venture* é dado por $\Pi_{JV}(N; j) = \frac{1}{(1+j)} \left(\frac{1-jN}{N+1} - \frac{1}{N+3} + \frac{1}{3} j(j+3) \right)$, decrescente em N e crescente em j .

Para verificar o efeito da formação de *joint venture* no resultado do leilão, inicialmente, é considerada a entrada exógena dos participantes, ou seja, N é exógeno. Deste modo, a análise é realizada a partir da diferença de receita esperada (ΔR) pelo poder concedente em ambos os cenários:

$$\Delta R(N) = R_{Sj}(N) - R_{JV}(N, j)$$

A partir das definições dos **Lemas 1 e 3**, chega-se a:

$$\Delta R(N) = \frac{2 - j(N+2)(N-1)}{(1+j)(N+3)(N+2)(N+1)}$$

Uma implicação direta do **Lema 3** é que a diferença de receita será tão menor (ou seja, a formação de *joint venture* será benéfica ao poder concedente) quanto maior for o componente de geração de valor por sinergia. A partir desta demonstração, chega-se a **Proposição 1**.

Proposição 1. Para $j = 0$, a receita esperada pelo poder concedente é sempre menor no caso de formação de *joint venture*: $\Delta R(N) > 0$ para todo $N \geq 1$. Para $\forall j \in (0,1]$, existe um valor único $\hat{N}(j)$ em que a formação de um *joint venture* resulta em incremento de receita para o poder concedente para todo $N > \hat{N}(j)$. Para $j = 1$, $\hat{N} = 1$, e esse valor cresce à medida que j diminui, e se torna muito grande à medida que $j \rightarrow 0$.

A **Proposição 1** estabelece que, com um grau razoável de competição, a geração de valor pela formação de *joint venture* tem o efeito final de incrementar a receita do poder concedente. Dois efeitos inversos atuam neste resultado. Inicialmente, o efeito de mudança de número de competidores de $N + 2$ para $N + 1$, reduz a competição e reduz a receita esperada do poder concedente. Por outro lado, a formação do *joint venture* combina as competências das empresas componentes, gerando uma proposta potencialmente superior. Para N grande o suficiente, o segundo efeito potencialmente domina o primeiro. Por outro lado, se o grau de criação de valor pelo *joint venture* não for relevante o suficiente, o primeiro efeito passa a ser dominante. Em uma indústria como a do setor de transmissão de energia elétrica, a suposição de um número muito grande de participantes é duvidosa. Adicionalmente, o valor privado de uma empresa deve estar diretamente relacionado à sua capacidade (conhecimento técnico, regulatório, jurídico, financeiro, acesso aos suprimentos) de construir e manter as instalações de transmissão, e este é dado pelo valor presente da exploração do contrato de concessão. É de se supor que $N + 2$, neste caso, se limite às empresas já atuantes no setor de transmissão nacional, assim como de potenciais entrantes de outros países.

2.2 Formação de um *Joint Venture* e Custo de Entrada

A análise anterior considerou um número exógeno de participantes. Um fator ignorado nas análises anteriores foi o custo de entrada no leilão e sua relação com a dinâmica endógena de participação nos leilões.

Neste caso, considera-se um custo de entrada positivo: $c > 0$. Adicionalmente, denota-se $N_{JV}(c, \mathbf{j})$ o número de equilíbrio de participantes no caso em que os participantes 1 e 2 formam um *joint venture* e $N_{SJ}(c)$ o caso em que não há formação de *joint venture*. Para evitar confusão na notação das funções, os termos de dependência das variáveis N_{JV} e N_{SJ} em (c, \mathbf{j}) quando a dependência for clara.

Sob um ambiente de livre entrada, os participantes entrarão na disputa sempre que $p_{SJ}, p_{JV} \geq c$ para os casos sem e com formação de *joint venture*, respectivamente. Em equilíbrio, o limite de entrada é dado em ambos os casos por $p_{SJ}(N_{SJ}) = c$ e $p_{JV}(N_{JV}, \mathbf{j}) = c$, onde $p_{SJ}(N_{SJ})$ e $p_{JV}(N_{JV}, \mathbf{j})$ são definidos pelo Lema 1 e 3, respectivamente. Supõe-se que c é baixo o suficiente para que se satisfaça a condição de que $N_{SJ}, N_{JV} \geq 1$ para todo \mathbf{j} de modo que sempre exista alguma competição. O resultado trazido pelo Lema 4 representa uma implicação importante ao se endogenizar o número de participantes.

Lema 4. Para todo $c > 0$ e todo $\mathbf{j} \geq 0$, $N_{JV} < N_{SJ} + 1$.

Do Lema 4 verifica-se que o valor do *joint venture* estocasticamente domina o valor de um participante independente, mesmo quando não existem ganhos de sinergia (isto é, $\mathbf{j} = 0$). Como resultado, *ex ante*, um potencial participante independente antecipa o fato de que possui menor probabilidade de vencer o leilão quando há a presença de um *joint venture*. Além disso, quando o participante individual de fato ganha, ele paga, em média, um valor maior pelo contrato de concessão, o que resulta em uma redução do *payoff* esperado do participante independente, o que reduz os incentivos para a sua participação no leilão. Em equilíbrio, o número de potenciais participantes independentes que efetivamente participam do leilão é estritamente menor que os que participariam no leilão sem formação de *joint venture*.

Pode-se estabelecer o resultado quanto à receita de equilíbrio do poder concedente com a presença de *joint venture* e livre entrada.

Lema 5. Sob livre entrada, a receita do poder concedente sob presença de *joint venture*, $R_{JV}(N_{JV}(\mathbf{j}); \mathbf{j})$ é estritamente decrescente em relação à eficiência de sinergia do *joint venture* (\mathbf{j}): $dR_{JV}/d\mathbf{j} < 0$.

Este resultado é fortemente divergente dos apresentados no **Lema 3**, que estabelece o resultado inverso, de relação positiva entre a receita do poder concedente e do ganho de sinergia do *joint venture*, quando o número de participantes é exógeno. No cenário de participação endógena, a receita do poder concedente passa a ser decrescente em relação ao aumento do fator de ganho de sinergia da formação de *joint venture*. A redução da receita do poder concedente decorre do fato de que a vantagem de sinergia do *joint venture* cria uma desvantagem relativa para os agentes independentes, que leva a menor participação independente efetiva no leilão, o que reduz a competição, e reduz a receita do poder concedente. Um resultado inesperado do **Lema 5** é que, *ceteris paribus*, se a formação de *joint venture* for inevitável, o poder concedente preferiria que o fator de eficiência fosse o menor possível.

Com os resultados apresentados, é possível comparar os casos com e sem formação de *joint venture* em um ambiente de livre entrada. Esta análise compreende a variação potencial do número de participantes, de modo que $\Delta R_{JV}(N_{SJ}, N_{JV} \mathbf{j} | c) = R_{SJ}(N_{SJ}) - R_{JV}(N_{JV} \mathbf{j})$ de modo que é possível obter o seguinte resultado.

Proposição 2. Quando os potenciais participantes precisam incorrer o custo de entrada c , sob livre entrada a receita esperada do poder concedente é menor quando ocorre a formação de um *joint venture* para todo $\mathbf{j} \in (0,1]$: $\Delta R_{JV}(N_{SJ}, N_{JV} \mathbf{j} | c) > 0$.

A **Proposição 2** evidencia que, à medida que o grau de eficiência de sinergia aumenta, a diferença entre N_{JV} e N_{SJ} se amplia, de modo que o efeito na receita do poder concedente, da redução de competição se sobrepõe à criação de valor do *joint venture*. Em equilíbrio, a receita do poder concedente será sempre menor no caso de formação de *joint venture* para todo $\mathbf{j} \geq 0$.

Outra forma de avaliar o modelo é considerar a própria formação de *joint venture* endógena. A questão que se coloca é se a decisão de formação de *joint venture* é racional, ou seja, se o *payoff* esperado para os agentes 1 e 2 é maior se decidirem formar o *joint venture*. Uma vez que no caso de livre entrada os agentes participantes independentes obtém *payoff* nulo, é trivial afirmar que a formação de *joint venture* é preferível. Deste modo, foca-se no caso em que os custos de entrada são baixos e o equilíbrio é determinado pelo número de competidores N .

Proposição 3. O *payoff* esperado do *joint venture* é maior que o de dois participantes no caso de não formação de *joint venture*: $\Pi_{JV} > 2p_{SJ}$, para todo \mathbf{j} e N . Além disso, à medida que N cresce o *payoff* do *joint venture* em relação ao dos participantes individuais se torna arbitrariamente grande para $\mathbf{j} > 0$: para $\Delta > 0$, existe N_{Δ} de modo que $\Pi_{JV}/2p_{SJ} > \Delta$ para todo $N > N_{\Delta}$.

Os incentivos para a formação do *joint venture* são mais bem compreendidos ao se analisar os efeitos em ação: (i) o efeito de criação de valor pelo *joint venture* advinda da sinergia dos membros do *joint venture*, que depende do grau de eficiência \mathbf{j} ; (ii) redução potencial de competição. Ambos os efeitos incrementam o *payoff* do *joint venture*. A Proposição 3 estabelece que à medida que o número de competidores se torna grande, o incentivo à formação de *joint venture* se torna maior, o que pode ser demonstrado, no caso limite, que o número de participantes tende a infinito, em que o *payoff* dos participante individual no cenário sem formação igual a $\lim_{N \rightarrow \infty} p_{SJ} = 0$, enquanto que o lucro do *joint venture* converge a $\lim_{N \rightarrow \infty} \Pi_{JV} = \mathbf{j}^2/3(1+\mathbf{j}) > 0$ para todo $\mathbf{j} \geq 0$. Em geral, o incremento da competição eleva o preço esperado que o vencedor deverá pagar no leilão e reduz a probabilidade de sucesso para os participantes. Com participantes simétricos e independentes, a diferença entre o valor do lance vencedor e do segundo colocado é reduzido, de modo que o lucro do vencedor tende a zero à medida que a competição é incrementada.

A formação de *joint venture* é preferível aos participantes 1 e 2 devido ao valor criado pois sempre que $x_{JV} > 1$, o *joint venture* possui o maior valor com certeza, e paga o segundo maior valor. À medida que N cresce, o valor do segundo colocado converge a 1, mas ambos $\Pr(x_{JV} > 1)$ e $E[x_{JV} | x_{JV} > 1]$

permanecem estritamente positivos. Parte do valor criado pelo *joint venture* é capturada pelo poder concedente, conforme apresentado no Lema 3, mas a porção obtida pelo *joint venture* é grande comparada ao resultado esperado pelas empresas formadoras do *joint venture*, caso participassem independentemente.

Uma alteração relevante na análise é considerar que os participantes 1 e 2 precisam decidir se formam o *joint venture* após o conhecimento do seu valor privado. É considerada a suposição que os participantes partilham informação sobre o valor antes da decisão de formação do *joint venture*. Após a troca de informação, a empresa com o menor valor sabe que, sem participar do *joint venture*, perde com certeza o leilão e, deste modo, está disposta a se juntar com a outra empresa para qualquer parcela $e > 0$ do lucro total. A empresa com o maior valor, por outro lado, está disposta a formar o *joint venture*, e abrir mão de alguma parcela e para qualquer $j > 0$. Portanto, existe uma regra de alocação que torna a formação de *joint venture* ótima, devido à criação de valor em relação ao maior valor entre os participantes. Além disso, uma vez que a formação é sempre vantajosa para os participantes aptos, ela não gera nenhum efeito na decisão dos demais participantes, que consideram a situação como certa.

A eficiência social da formação do *joint venture* será incrementada se a geração de valor total esperada for maior na situação em que não há formação. A medida utilizada para a eficiência social é o valor esperado da concessão para o vencedor do leilão. Formalmente, define-se X^{SW} como o valor da concessão para o participante com o maior valor privado: $X^{SW} = \max\{x_1, \mathbf{K}, x_N, x_{JV}\}$, supondo que um *joint venture* é formado. Uma vez que $x_{JV} = \max\{x_1, x_2\} + j \min\{x_1, x_2\}$, o caso em que não há formação de *joint venture* é equivalente a assumir que a eficiência de sinergia j é igual a zero. A eficiência social será incrementada se $E[X^{SW}]$ for crescente em j ou, de forma equivalente, se a variação da eficiência social decorrente da formação do *joint venture*, ΔX^{SW} , for positiva.

É possível verificar que, no caso de inexistência de custo de entrada, $c=0$, a formação de *joint venture* aumenta a eficiência social. Para $c > 0$, entretanto, a formação de *joint venture* reduz o *payoff* dos participantes independentes e leva à redução do número total de participantes. A redução do número de participantes, em equilíbrio, é maior quanto maior for a eficiência de sinergia j , que cria dois efeitos opostos em $E[X^{SW}]$: (i) a criação de valor decorrente diretamente de j eleva a eficiência social; (ii) seu efeito indireto, por reduzir o número de participantes, N_{JV} , tende a reduzir a eficiência social. Finalmente, o primeiro efeito domina o segundo, de modo que a criação de valor incrementa a eficiência social mesmo no caso de participação endógena (livre entrada).

Proposição 4. Para todo $c \geq 0$ e para todo $j \in [0,1]$, a eficiência social é maior quando ocorre a formação de *joint venture*: $\Delta X^{SW} > 0$.

2.3 Competição na Formação de um *Joint Venture* com Custo de Entrada

Uma análise importante é avaliar como a limitação de participantes potenciais afetam os resultados da análise. Anteriormente, a análise focou o caso em que o número de potenciais participantes tende ao infinito (quando $c=0$), sendo limitada apenas no caso de custo positivo e entrada livre (participação endógena). Esta é uma suposição questionável para o tipo de leilão em questão. Os leilões no setor de transmissão de energia elétrica contam com um universo restrito de potenciais participantes, uma vez que existem especificidades técnicas, financeiras, regulatórias etc., que restringem a participação. De modo a analisar a restrição no número de potenciais participantes, fixa-se o custo de entrada e evidencia-se que a receita do poder concedente sob a presença de *joint venture* é não-monotônica em relação ao número de participantes potenciais. A partir da Proposição 1 afirma-se que, quando o número de participantes é dado exogenamente, para todo $j > 0$ existe um valor $\hat{N}(j)$ em que a presença de *joint venture* é preferível para o poder concedente se o número de participantes independentes for maior que $\hat{N}(j)$. Entretanto, uma vez que se consideram os custos associados à participação, se

$N > \hat{N}(j)$ o valor privado do *joint venture* ainda dependerá da relação entre N , N_{JV} e N_{SJ} , conforme **Proposição 5**.

Proposição 5. Dado um custo de entrada c fixo, e supondo que é baixo o suficiente de modo que $N_{JV} > \hat{N}(j)$, para um dado j , a receita do poder concedente é menor quando ocorre a formação de *joint venture* quando $N < \hat{N}(j)$ ou $N \geq N(c, j)$, onde $N(c, j) \in (N_{JV}, N_{SJ})$. A receita do poder concedente é maior quando ocorre a formação de *joint venture* para valores intermediários de N , isto é, para $\hat{N}(j) < N < N(c, j)$.

A **Proposição 5** resulta no caso em que, quando o número de potenciais participantes é muito alto ou baixo, a receita do poder concedente reduz sob a formação de *joint venture*. O resultado é ilustrado pela Figura 2. Para um número pequeno de participantes, a junção de dois potenciais participantes em um *joint venture* tem forte impacto na redução da competição. Por outro lado, quando o número de potenciais participantes é muito alto, o determinante principal da formação de lances não é o grau de participação, mas o custo de entrada, que determina quantos, de fato, darão lances. O efeito da formação do *joint venture* é de ampliar o efeito de não entrada. Quando há um número intermediário de potenciais participantes, a formação do *joint venture* é positiva.

O custo de preparação e submissão do lance em um leilão de transmissão depende em grande medida da complexidade da concessão em questão, sendo maior em linhas de transmissão que cobrem áreas de topologia acidentada, áreas de proteção ambiental e de densidade populacional, e tende a ser menor no caso de concessões de subestações. Deste modo, uma questão relevante é o impacto que variações no custo de entrada têm na receita do poder concedente.

A Proposição 6 descreve as condições de custo de entrada em que a formação de *joint venture* resulta em benefício ao poder concedente.

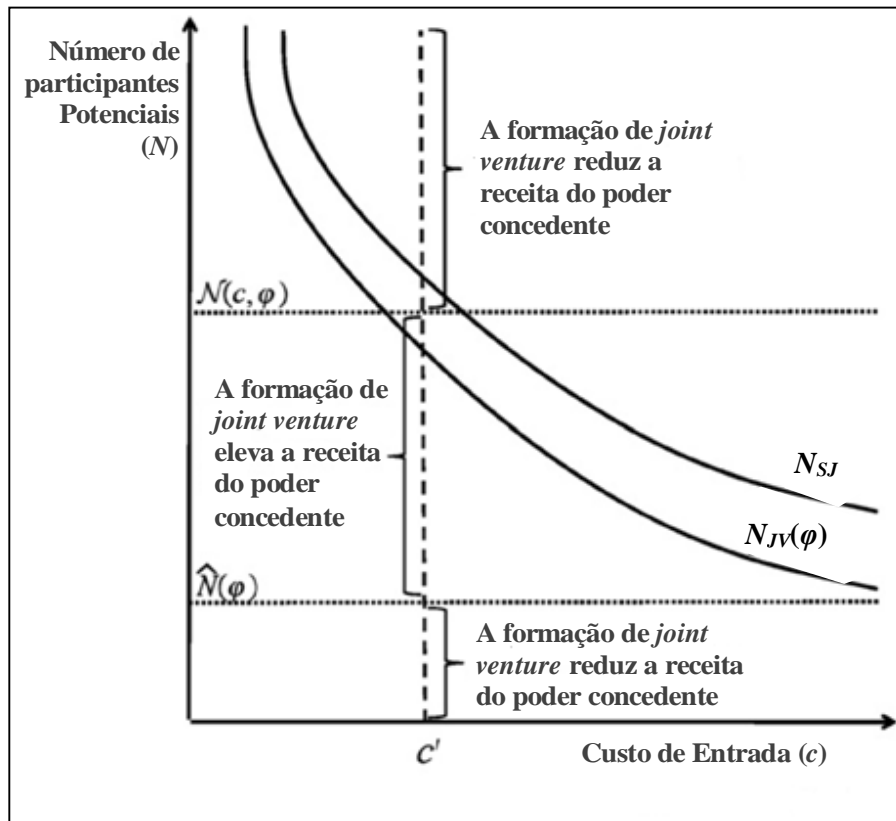


Figura 2 – Receita do Poder Concedente e Número de Participantes Efetivos
Fonte: Marquez e Singh (2013)

Proposição 6. Para dado $j > 0$ e supondo que $N > \hat{N}(j)$, então existe um valor $\bar{c}(j, N)$, de modo que, para todo $c < \bar{c}(j, N)$, a receita esperada para o poder concedente é maior quando ocorre a formação de um *joint venture*.

Os resultados da **Proposição 6** são ilustrados pela Figura 3.

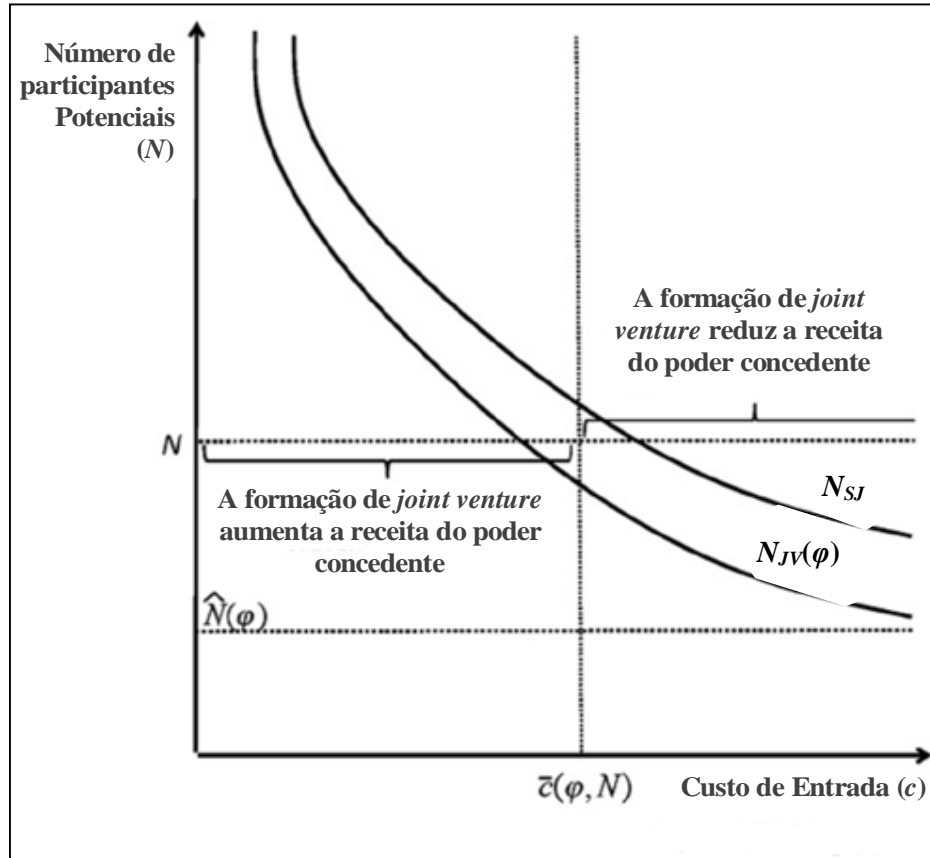


Figura 3 – Receita do Poder Concedente e Custo de Participação
Fonte: Marquez e Singh (2013)

Enquanto existir um número suficiente de participantes com probabilidade de dar lances vencedores (ou seja, $N > \hat{N}(j)$), a formação de um *joint venture* aumenta a receita do poder concedente quando o custo de entrada, c , for suficientemente baixo, o efeito de entrada restrita não domina o efeito de criação de valor pela formação de *joint venture*. Neste caso, dado que N é menor que seria em livre entrada, o *payoff* esperado dos participantes independentes é positivo em equilíbrio.

Quando o custo de entrada é suficientemente alto, entretanto, o número de participantes independentes se torna menor que o necessário para que a formação de *joint venture* incremente a receita do poder concedente.

2.4 Análise da Formação Generalizada de *Joint Ventures*

Os resultados apresentados até este ponto trataram de uma análise comparativa de uma situação de participantes simétricos e o surgimento de um único arranjo de participação em conjunto e como fatores relevantes – ganho de eficiência e custo de participação (entrada) – afetam o equilíbrio competitivo, ou seja, a receita do poder concedente e o resultado esperado dos participantes independentes e do *joint venture*.

Os leilões de concessão de transmissão vêm sendo disputados, em mais de uma década sob o atual modelo regulatório, por uma combinação diversa de participantes efetivos, cuja presença de *joint ventures* (sob a forma de consórcios) é muitas vezes predominante, quando não exclusiva. De modo a trazer luz a este cenário, e complementar as análises trazidas pelos cenários originalmente descritos em Marquez e Singh (2013), propõe-se dois modelos adicionais, que constituem as principais contribuições desta tese do ponto de vista teórico. No primeiro modelo, considera-se um cenário em que todos os $N + 2$ participantes independentes têm a escolha de formar *joint ventures* dois a dois. O resultado desta formação são *joint ventures* simétricos. Neste cenário, as premissas com relação aos ganhos de sinergia se mantêm, ou seja, $j \in [0,1]$, sendo j constante entre os *joint ventures*. A simetria entre os *joint venture* permite simplificações na descrição das funções de distribuição. No caso em que todas as empresas decidem participar em conjuntos dois a dois, M *joint ventures* são formadas. Neste cenário, não há interesse analítico ao custo de entrada e, portanto, assume-se que $c = 0$. Dadas as condições, é possível definir o **Lema 6**.

Lema 6. Para o caso com formação generalizada de *joint ventures* (GJ) com $M = \frac{N+2}{2}$ participantes simétricos *ex ante* com avaliação x_i distribuída uniformemente em $[j, 1+j]$:

1. A receita esperada pelo poder concedente é $R_{GJ}(M, j) = \frac{M-1}{M+1}(1+j)$, crescente em M e j .
2. O *payoff* esperado dos participantes (p_{GJ}) é dado por $p_{GJ}(M, j) = \frac{(1+j)^2}{M(M+1)}$, decrescente em M e crescente em j .

Prova do Lema 6. A estratégia dominante para cada participante é dar o lance igual ao seu valor privado $b_i = x_i$, sendo que vencedor paga o preço igual ao valor privado do segundo colocado dos M *joint ventures*. Seja z o valor do segundo maior valor de $\{x_i \mid i \in \{1, \mathbf{K}, M\}\}$, a função de distribuição T da variável z é dada por $T(z) = Mz^{M-1}(1+j) - (M-1)z^M(1+j)$. Destaca-se que a inclusão do termo $(1+j)$ representa o incremento generalizado de valor decorrente do ganho de eficiência (idêntico entre os *joint ventures*).

A receita esperada do poder concedente (R_{GJ}) é calculada como $R_{GJ} = \int_0^1 zT'(z)dz$, que após substituições reduz a $R_{GJ}(M, j) = \frac{M-1}{M+1}(1+j)$, crescente em M .

Para a prova do item 2 do **Lema 6** parte-se do *payoff* esperado pelo participante M com valor x é dado por $p_{GJ}^M(x) = \int_0^x I(y)dy$. Considera-se $y = \max\{x_1, \mathbf{K}, x_{M-1}\}$, onde y é distribuído conforme função de distribuição cumulativa $I(y) = J^{M-1}(y)$. O lucro esperado *ex ante* por um participante ($p_{GJ}(M, j)$) é dado por $\int_x^1 p_{GJ}(x)J'(x)dx$. Para M *joint ventures* simétricos, $I(y) = y^{M-1}(1+j)$. Portanto, o lucro esperado do participante é dado por $\frac{(1+j)^2}{M(M+1)}$, que é decrescente em M e crescente em j . \square

O **Lema 6** caracteriza a receita do poder concedente quando ocorre uma formação conjunta de *joint ventures* simétricos. Foram alteradas algumas suposições da função de distribuição apresentadas em relação ao valor atribuído pelos *joint ventures* devido ao fato de se supor simetria e igualdade de ganho de eficiência.

Com a formação generalizada de *joint ventures*, a receita do poder concedente é afetada de duas formas contrárias. Em primeiro lugar, ocorre a redução do número de participantes no leilão pela metade, de $N+2$ para M . Por outro lado, o ganho de eficiência/sinergia eleva a avaliação dos *joint ventures*, que podem dar lances mais altos. Do lado dos participantes, o lucro esperado é incrementado por ambos os efeitos. A sinergia eleva a avaliação do contrato de concessão, ao mesmo tempo em que a redução de competição eleva o lucro esperado. Mas é necessário que se verifique se ocorre incremento de resultado para cada um dos componentes do *joint venture*. Supondo que ocorre uma distribuição igualitária de lucro para o *joint venture*, os participantes independentes preferem formar o *joint venture* quando $\frac{p_{GJ}(M, j)}{2} > p_{SJ}(N)$. Na sequência são apresentadas análises comparativas com o cenário sem formação de *joint venture*. Deste modo, são equalizadas as notações em relação ao número de participantes, de modo que $M = \frac{N-2}{2}$. Estas questões são tratadas nas Proposições 7 e 8.

Proposição 7. Para $j = 0$, a receita esperada pelo poder concedente é sempre menor no caso de formação generalizada de *joint venture*: $\Delta R_{(SJ-GJ)}(N) > 0$ para todo $N \geq 1$. Para $\forall j \in (0,1]$, existe um valor único $\hat{N}(j)$ em que a formação generalizada de *joint venture* resulta em incremento de receita para o poder concedente para todo $N > \hat{N}(j)$. Para $j = 1$, $\hat{N} = 1$, e esse valor cresce à medida que j diminui, e se torna muito grande à medida que $j \rightarrow 0$. A condição para que o poder concedente tenha uma receita maior no caso de formação de *joint ventures* simétricas é dada pela inequação $j > \frac{(N+1)(N+4)}{N(N+3)} - 1$.

Prova da Proposição 7. Para $j = 0$, $\Delta R_{(SJ-GJ)}(N)$ reduz a $2(N+2)/(N+3)(N+4)$, que é maior que zero para todo N . Para $j = 1$, $\Delta R_{(SJ-GJ)}(N)$ é $(-N^2 - N + 4)/(N+3)(N+4)$, que é claramente negativo para um N suficientemente grande, mas positivo para $N = 1$. Uma vez que, para um j fixo, $\Delta R_{(SJ-GJ)}(N)$ é decrescente em N , demonstra-se o que se pretendia. Finalmente, A condição do resultado positivo para o poder concedente é resultante da inequação $\Delta R_{(SJ-GJ)}(N, j) < 0$. □

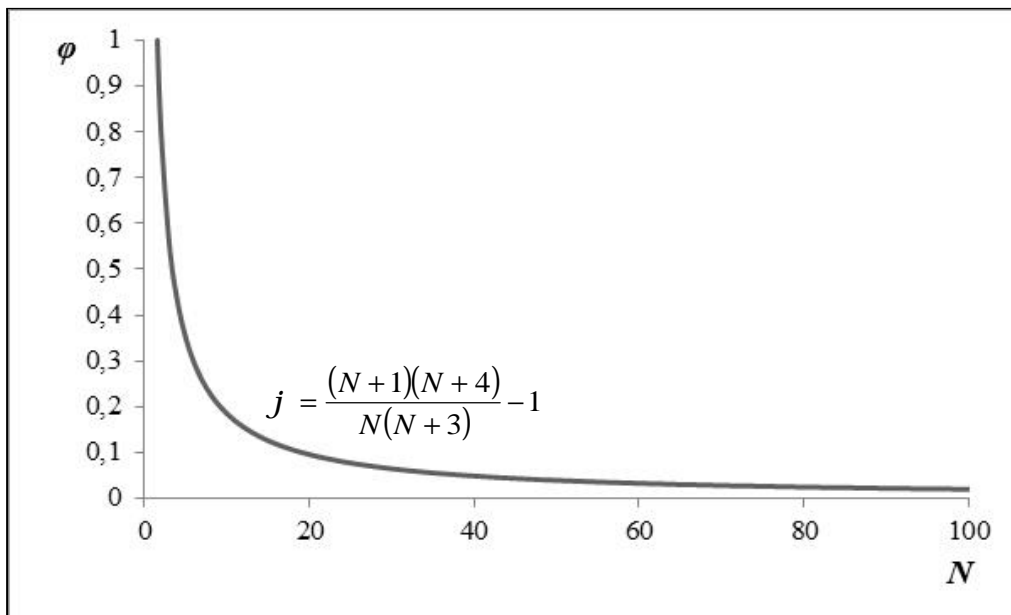


Figura 4 – Fronteira de Decisão do Poder Concedente sob Formação Generalizada de *Joint Ventures*
Fonte: Elaboração dos autores

Pela proposição 7, é possível definir uma fronteira de decisão do concedente em relação à possibilidade de formação de *joint venture*, em relação ao ganho de sinergia requerida para vários níveis participantes potenciais, conforme Figura 4. A título de exemplo, o poder concedente teria incentivo para permitir a formação de *joint venture* na presença de 20 participantes potenciais se o ganho de sinergia resultasse em geração de 10% de ganho de eficiência sobre a avaliação dos participantes independentes.

A Proposição 8 define a escolha dos participantes independentes em formar ou não o *joint venture*.

Proposição 8. Os participantes sempre formarão *joint ventures* quando permitido.

Prova da Proposição 8. Para afirmar que todos os participantes independentes optam por formar um *joint venture*, é necessário que a metade do lucro esperado do *joint venture* (supondo uma repartição igualitária do lucro) seja maior que o lucro esperado do participante independente, para todo $N > 0$, e

$\forall j \in (0,1]: \frac{p_{GJ}(Nj)}{2} > p_{SJ}(N)$. A partir dos Lemas 1 e 6, chega-se à condição $j > \pm \sqrt{\frac{1(N+4)}{2(N+3)}} - 1$, que

claramente obedece às condições acima, como se queria demonstrar, uma vez que o termo à direita da inequação é negativo para todo o domínio. \square

2.5 Formação Generalizada de *Joint Ventures* com Inclusão de Empresas com Participação Exclusivamente Conjunta

O histórico recente de leilões das concessões de transmissão apresenta um fato estilizado importante – o número de empresas que participam individualmente e em consórcio é quase igual ao número de empresas que participaram exclusivamente sob a formação de *joint ventures*, 44 e 51, respectivamente. Este contingente de empresas que exclusivamente participam por meio de consórcios é formado principalmente por empresas estrangeiras, fundos de investimento, empresas de participações, empresas de engenharia, construtoras e fornecedoras de insumos (equipamentos elétricos e estruturas metálicas). Dado este fato, é possível apresentar uma extensão para o modelo anterior. A premissa adicional é que existe um contingente Z de empresas que participam apenas quando é dada a possibilidade de formação de *joint ventures*, devido a uma série de motivos, como incapacidade financeira para bancar o projeto individualmente, inexistência de competências técnicas necessárias para a implantação e operação das instalações de transmissão, ou mesmo por se tratarem de investidores que participam apenas aplicando o capital. Neste caso, a base de comparação apresentada inicialmente se aplica, uma vez que sem a formação de *joint ventures*, estas empresas não se interessariam pelos leilões e, portanto, não teriam atuação. Quando é permitida a formação de *joint ventures*, as $Z+N+2$ empresas formam $V = \frac{Z+N+2}{2}$

joint ventures simétricos, que competem de acordo com as condições apresentadas no cenário anterior. O número de participantes exclusivos se limita ao número de participantes normais, uma vez que se supõe que as empresas que apenas participam sob formação de *joint venture* o fazem com empresas estabelecidas, que participam independentemente da permissão para formação de *joint ventures*, de modo que $Z \leq N+2$. As premissas em relação aos ganhos de sinergia novamente se mantêm, ou seja, $j \in [0,1]$, sendo j constante entre os *joint ventures*. Novamente, não há interesse analítico ao custo de entrada e, portanto, assume-se que $c=0$. A partir destas definições, é possível definir o **Lema 7**.

Lema 7. Para o caso com formação generalizada de *joint ventures* com participação de empresas que participam exclusivamente de *joint venture* (EJ) com $V = \frac{Z+N+2}{2}$ participantes simétricos *ex ante* com avaliação x_i distribuída uniformemente em $[j, 1+j]$:

1. A receita esperada pelo poder concedente é $R_{EJ}(V;j) = \frac{V-1}{V+1}(1+j)$, crescente em V e j .

2. O *payoff* esperado dos participantes (p_{EJ}) é dado por $p_{EJ}(V;j) = \frac{(1+j)^2}{V(V+1)}$, decrescente em V e crescente em j .

A **prova do Lema 7** é idêntica à apresentada no Lema 6, com a substituição de N por V .

Com a inclusão do contingente de empresas com participação exclusiva em *joint venture*, a receita do poder concedente passa a ser afetada por três efeitos. Da mesma forma que os modelos anteriores, o ganho de eficiência eleva a receita do poder concedente. A quantidade de participantes do leilão é afetada por dois efeitos, de $N+2$ para V , que é afetado positivamente pela incorporação do contingente de empresas Z , e negativamente pela formação de *joint ventures*, que reduz este novo montante pela metade. Portanto, o efeito em termos de quantidade de participantes é ambíguo.

Supondo que ocorra uma distribuição igualitária de lucro para o *joint venture*, os participantes independentes preferem formar o *joint venture* quando $\frac{p_{EJ}(V;j)}{2} > p_{SJ}(N)$. Na sequência, são apresentadas análises comparativas com o cenário sem formação de *joint venture*. Deste modo, são equalizadas as notações em relação ao número de participantes, de modo que $V = \frac{Z+N+2}{2}$. Estas questões são tratadas nas Proposições 9 e 10. A **Proposição 9** define o a escolha dos participantes normais em formar ou não o *joint venture*.

Proposição 9. O lucro esperado pelos participantes normais é maior no caso de formação de *joint ventures* quando obedecida a condição $j \geq \sqrt{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1$. Mesmo no caso em que essa condição não é respeitada, a decisão de formação dos *joint ventures* ocorre mesmo assim quando o lucro esperado de formação generalizada de *joint ventures* é menor, no intervalo $\sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{(N+2)(N+3)}} - 1 < j < \sqrt{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{(N+2)(N+3)}} - 1$, mas não ocorre para $j < \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{(N+2)(N+3)}} - 1$, situação em que apenas um *joint venture* é formado.

Prova da Proposição 9. Para afirmar que o lucro esperado é reduzido neste cenário, é necessário que a metade do lucro esperado do *joint venture* (supondo uma repartição igualitária do lucro) seja maior que o lucro esperado do participante independente, para todo $N \geq 1$, $Z \geq 1$, e $\forall j \in (0,1]$:

$$\frac{p_{EJ}(N;Z;j)}{2} > p_{SJ}(N). \text{ A partir dos Lemas 1 e 8, chega-se à condição } j \geq \sqrt{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{(N+2)(N+3)}} - 1,$$

que garante as afirmações acima. A decisão individual, por outro lado, depende da expectativa de que as demais empresas também não formariam *joint ventures*. A formação de apenas um *joint venture* traz uma vantagem considerável para as empresas que a constituem, em termos da sua eficiência. Para fins de análise, supõe-se uma regra em que só são possíveis três cenários – a não formação de nenhum *joint venture*, a formação de apenas um *joint venture* (representativos dos casos intermediários, com formação de mais de um *joint venture*), e a formação generalizada de *joint ventures*, o que permite uma análise de jogos com apenas dois jogadores (representativos de todos os jogadores). O lucro esperado dos participantes individuais e do *joint venture* em um cenário em que apenas um *joint venture* é formado pode ser resgatado do **Lema 3**, o lucro de $N+2$ participantes individuais, no caso de nenhum dos participantes formar *joint ventures* do Lema 1, e o lucro dos $N+Z+2$ participantes sob *joint venture* do **Lema 7**, e compõem a matriz de *payoffs* da decisão de formar ou não o *joint venture* em um cenário em

que j não é alto suficiente para tornar a decisão geral de formação de *joint ventures* certa, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Matriz de *payoffs* para o jogo de formação de *joint venture*

		Participante N	
		Não forma <i>joint venture</i>	Forma <i>joint venture</i>
Participante 1	Não forma <i>joint venture</i>	$p_{SJ}(N) = \frac{1}{(N+3)(N+2)}, p_{SJ}(N) = \frac{1}{(N+3)(N+2)}$	$p_{JV}(N;j) = \frac{1}{(1+j)(N+3)(N+2)},$ $\Pi_{JV}(N;j) * \frac{1}{2} = \frac{1}{(1+j)} \left(\frac{1-jN}{N+1} - \frac{1}{N+3} + \frac{1}{3}j(j+3) \right) * \frac{1}{2}$
	Forma <i>joint venture</i>	$\Pi_{JV}(N;j) * \frac{1}{2} = \frac{1}{(1+j)} \left(\frac{1-jN}{N+1} - \frac{1}{N+3} + \frac{1}{3}j(j+3) \right) * \frac{1}{2},$ $p_{JV}(N;j) = \frac{1}{(1+j)(N+3)(N+2)}$	$p_{EJ}(N;Z;j) * \frac{1}{2} = \frac{4(1+j)^2}{(Z+N+2)(Z+N+4)} * \frac{1}{2},$ $p_{EJ}(N;Z;j) * \frac{1}{2} = \frac{4(1+j)^2}{(Z+N+2)(Z+N+4)} * \frac{1}{2}$

Fonte: Elaboração dos autores

Para facilitar a análise, é necessário compor uma ordenação de lucro para a avaliação dos agentes, dadas as condições estabelecidas. Das análises anteriores, sabe-se que $p_{JV}(N;j) < p_{SJ}(N) < \Pi_{JV}(N;j) \times 1/2$, e que o cenário em análise, de que $j < \sqrt{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{(N+2)(N+3)}} - 1$, então $p_{SJ}(N) > p_{EJ}(N;Z;j) \times 1/2$. Deste modo, resta definir a relação entre $p_{EJ}(N;Z;j) \times 1/2$ e $p_{JV}(N;j)$. A condição para que $p_{EJ}(N;Z;j) \times 1/2 < p_{JV}(N;j)$ é que $j < \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1$, caso em que é possível ordenar os *payoffs* da seguinte forma: $p_{EJ}(N;Z;j) \times 1/2 < p_{JV}(N;j) < p_{SJ}(N) < \Pi_{JV}(N;j) \times 1/2$, e resumir o quadro de *payoffs* conforme Quadro 2, que representa os ganhos simplificados de forma linearizada, de modo a demonstrar a ordenação dos lucros esperados.

Quadro 2 – Matriz de *payoffs* para o jogo de formação e *joint venture* sob a suposição de que

$$j < \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{(N+2)(N+3)}} - 1$$

		Participante N	
		Não forma <i>joint venture</i>	Forma <i>joint venture</i>
Participante 1	Não forma <i>joint venture</i>	3, 3	2, 4
	Forma <i>joint venture</i>	4, 2	1, 1

Fonte: Elaboração dos autores

No jogo apresentado, os participantes não possuem estratégias dominantes em um jogo simultâneo, e os pontos (4,2) e (2,4) são Equilíbrios de Nash. Deste modo, sob a condição dada, apenas um *joint venture* é formado.

Sob a suposição de um nível intermediário do ganho de eficiência da formação de *joint venture*, em que $\sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1 < j < \sqrt{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{(N+2)(N+3)}} - 1$, a relação entre o lucro dos

participantes se inverte, de modo que $p_{JV}(N;j) < p_{EJ}(N;Z;j) < p_{SJ}(N) < \Pi_{JV}(N;j)$, o que resulta na matriz de *payoffs* linearizados conforme Quadro 3.

Quadro 3 – Matriz de *payoffs* para o jogo de formação e *joint venture* sob a suposição de que

$$\sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1 < j < \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1$$

		Participante N	
		Não forma <i>joint venture</i>	Forma <i>joint venture</i>
Participante 1	Não forma <i>joint venture</i>	3 , 3	1 , 4
	Forma <i>joint venture</i>	4 , 1	2 , 2

Fonte: Elaboração dos autores

Neste caso, o jogo é análogo a um dilema do prisioneiro, e as estratégias dominantes são de formação de *joint venture*, uma vez que os participantes maximizam os seus resultados, independentemente da opção do outro, o que implica em um único equilíbrio de Nash no ponto (2,2).

Finalmente, exatamente no ponto em que $j = \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1$, chega-se a $p_{SJ}(N) = p_{EJ}(N;Z;j) \times 1/2$, e a matriz de *payoff* é alterada conforme Quadro 4.

No jogo apresentado os participantes não possuem estratégias dominantes, e os pontos (2,2), (4,2) e (2,4) são Equilíbrios de Nash. Neste ponto de transição, tanto o resultado de formação generalizada como de formação de apenas um *joint venture* são possíveis.

Quadro 4 – Matriz de *payoffs* para o jogo de formação e *joint venture* sob a suposição de que

$$j = \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{(N+2)(N+3)}} - 1$$

		Participante N	
		Não forma <i>joint venture</i>	Forma <i>joint venture</i>
Participante 1	Não forma <i>joint venture</i>	3 , 3	2 , 4
	Forma <i>joint venture</i>	4 , 2	2 , 2

Fonte: Elaboração dos autores

Como resultado, verifica-se que apenas no caso em que $j < \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1$ necessariamente não ocorre a formação generalizada de *joint ventures*, conforme se pretendia demonstrar. □

A **Proposição 9** estabelece que no cenário em que existem potenciais participantes exclusivos para formação de *joint venture*, existe um nível mínimo do ganho de eficiência, que depende não linearmente do número de participantes normais e exclusivos, abaixo do qual ocorre a formação de apenas um *joint venture*. Os resultados da **Proposição 9** podem ser representados graficamente, conforme Figura 5, para dado valor fixo de Z. Variações positivas de Z deslocam ambas as curvas para cima, o que

torna mais provável a decisão de formação de apenas um *joint venture*. Porém, esta probabilidade é minimizada à medida que N se torna muito grande.

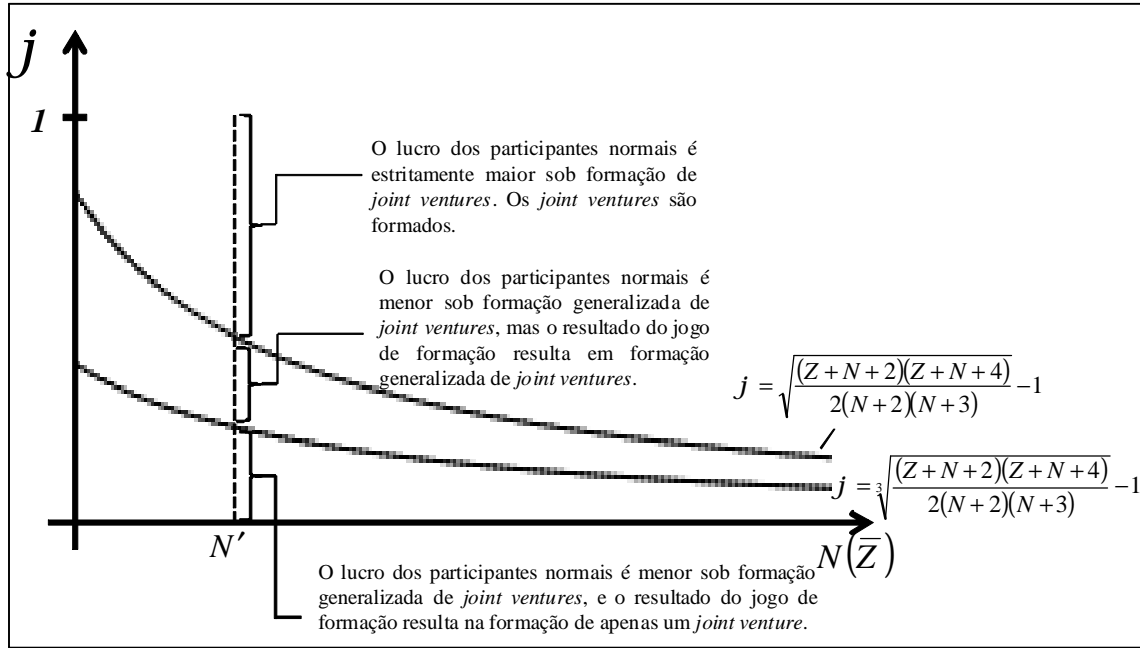


Figura 5 – Formação Endógena de *Joint Ventures* com Inclusão de Empresas com Participação Exclusiva em *Joint Venture*

Fonte: Elaboração dos autores

Proposição 10. Para $j > \frac{2}{N^2 + N - 2}$, a receita esperada pelo poder concedente é sempre maior no caso de permissão de formação de *joint ventures*. Quanto maior o ganho de eficiência da formação de *joint ventures*, maior a atratividade da permissão de formação de *joint ventures*. Quanto maior o número de empresas participantes exclusivas em formação de *joint ventures*, maior é a atratividade para a adoção da regra de formação de *joint ventures*.

Prova da Proposição 10. O cálculo da receita do poder concedente é determinada pelo resultado do jogo de formação de *joint venture* apresentado na **Proposição 9**. Quando

$j > \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1$, ocorre a formação generalizada de *joint ventures*, e a receita do poder

concedente é dada pelo **Lema 7**: $R_{EJ} \left(N; Z; j > \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1 \right) = \frac{Z+N}{Z+N+4} (1+j)$. Deste

modo, a condição de que seja benéfico ao poder concedente permitir a participação conjunta em leilões é $\Delta R_{(SJ-EJ)} \left(N; Z; j > \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1 \right) < 0$, que se verifica para todo $N \geq 1$ e $Z \geq 1$. Por outro

lado, quando $j < \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1$, ocorre a formação de apenas um *joint venture*, a receita

do poder concedente é dada por $R_{JV}(N, j)$, e a condição de incremento da receita do poder concedente é

dada por $\Delta R_{(SJ-JV)} \left(N; j < \sqrt[3]{\frac{(Z+N+2)(Z+N+4)}{2(N+2)(N+3)}} - 1 \right) < 0$, que resulta em $j > \frac{2}{N^2 + N - 2}$. \square

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os modelos apresentados neste artigo exploraram uma diversidade de premissas e situações possíveis de explicar o efeito da formação de *joint ventures* em leilões de transmissão. Inicialmente, verificou-se o efeito da formação de um único *joint venture*, em um modelo de leilão de participantes assimétricos, e as condições em que o poder concedente tem vantagem com a formação, conforme analisado no modelo de Marquez e Singh (2013). A questão neste modelo é efeito líquido entre a redução da competição e o incremento do valor trazido pelo ganho de eficiência das competências das empresas combinadas. Além disso, ambientes com N grande o suficiente requerem que o ganho de eficiência potencial da formação de *joint ventures* seja baixo para compensar este efeito, e vice versa.

Com a suposição de livre entrada nos leilões, a relação muda. Diante da expectativa de um lance mais competitivo do *joint venture*, os participantes independentes tendem a participar menos, e o efeito final é que quanto maior a eficiência do *joint venture*, pior é o resultado para o poder concedente. Ao se incluir o efeito de um custo de entrada positivo, uma situação mais complexa emerge. Para níveis baixos e muito altos de participantes potenciais a formação de *joint ventures* reduz a receita do poder concedente, e para níveis intermediários a incrementa. Para um número de participantes baixo, a formação de *joint venture* tem forte impacto na redução da competição. Quando o número de potenciais participantes é muito alto, o determinante principal da formação de lances não é o grau de participação, mas o custo de entrada, que determina quantos de fato darão lances e o efeito da formação do *joint venture* é de ampliar o efeito de não entrada.

Na sequência, são apresentadas extensões aos modelos de Marquez e Singh (2013), que tentam descrever melhor alguns dos fatos estilizados verificados no histórico recente dos leilões de transmissão no Brasil. Inicialmente, propõe-se modelo com a formação generalizada de *joint ventures*, que resulta em uma competição simétrica entre *joint ventures*. A análise comparativa com o cenário base estabelece a preferência estrita das empresas em formar *joint ventures*, visto que somam-se dois efeitos positivos no lucro esperado: ganho de eficiência e redução de competição. Para o poder concedente, os dois efeitos são contrários na determinação de sua receita, do qual pode-se determinar as condições da relação de número de participantes e de ganho de eficiência que tornam a formação de *joint ventures* favorável, do que se podem extrair relações estritas: quanto maior o número de participantes e o fator de ganho de eficiência, maior a receita do poder concedente.

A extensão seguinte incorpora na análise o fato estilizado dos *joint venture* com empresas que participam dos leilões de transmissão exclusivamente por meio de participações em *joint ventures*. Ao incorporar este contingente à margem do mercado, o efeito para os participantes cativos se torna ambíguo, o que resulta numa dinâmica de formação endógena de *joint ventures*. Sob certas condições do número de participantes cativos e exclusivos de *joint venture* e do grau do ganho de eficiência, uma matriz de *payoff* é definida, resgatando-se resultados do cenário de formação de um único *joint venture* e do cenário base, com resultados diversos. Para níveis altos do ganho de eficiência e/ou do número de participantes cativos e exclusivos de *joint ventures*, a formação de *joint ventures* é preferível para os participantes que possuem o poder da escolha (os participantes cativos). Para uma combinação intermediária, pode ser individualmente preferível que nenhum *joint venture* se forme, mas o resultado é análogo a um jogo de dilema do prisioneiro, em que o equilíbrio de Nash não é a melhor solução para os participantes cativos, caso fosse possível um acordo crível de não formação de *joint venture*. Neste caso, os *joint ventures* também se formam. Finalmente, para níveis mais baixos das variáveis, o jogo resulta na formação de um único *joint venture*. Algumas considerações são importantes. Neste último caso, as empresas que primeiro se movem na direção da formação do *joint venture* garantem o resultado mais alto. Em segundo lugar, o jogo é uma simplificação, pois o jogo original seria formado por todos os participantes, mas foi resumido a dois jogadores representativos. As limitações devem ser consideradas, mas um resultado possível de um jogo mais complexo seria a formação parcial de *joint ventures*, em que uma parcela das empresas formam *joint ventures*, enquanto outras participam sozinhas. Este resultado parece explicar a diversidade de estruturas de competições em leilões de transmissão – os lotes são disputados por uma variedade de estruturas: empresas independentes contra consórcios, consórcios contra consórcios, apenas independentes, etc.

As extensões propostas ignoraram o possível efeito do custo de entrada e livre entrada. Ambos os efeitos relevantes ocorrem no modelo de formação única de *joint venture* exatamente pelo efeito assimétrico que possuem sobre os participantes independentes. Quando se considera o equilíbrio decorrente de participantes simétricos, o custo de entrada tem o efeito de redução de participação na mesma medida entre os cenários sem e com a formação de *joint ventures*, pois limita a participação das mesmas empresas cujo valor privado é baixo demais para compensar o investimento inicial de participação no leilão, dado o lucro esperado.

Cabe ressaltar que as extensões propostas ignoraram o possível efeito do custo de entrada e livre entrada. Ambos os efeitos relevantes ocorrem no modelo de formação única de *joint venture* exatamente pelo efeito assimétrico que possuem sobre os participantes independentes. Quando se considera o equilíbrio decorrente de participantes simétricos, o custo de entrada tem o efeito de redução de participação na mesma medida entre os cenários sem e com a formação de *joint ventures*, pois limita a participação das mesmas empresas cujo valor privado é baixo demais para compensar o investimento inicial de participação no leilão, dado o lucro esperado.

Os modelos de formação generalizada de *joint venture* tiveram algumas suposições simplificadoras que poderiam ser relaxadas em estudos subsequentes. Considera-se que o ganho de eficiência seja simétrico. Ao considerar uma distribuição para o ganho de eficiência, um resultado não simétrico emergiria. A suposição de inexistência de custo de entrada poderia ser relaxada neste contexto, com resultados analíticos potencialmente relevantes. A suposição fundamental de valor privado também poderia ser relaxada. Paulo (2012) verifica indícios de que leilões de concessão de transmissão são mais bem descritos como leilões de valor afiliado, conforme definido por Milgrom e Weber (1982), em que as estimativas de valor dos participantes são interdependentes, pois dependem da informação privada e também de informações que são compartilhadas entre todos os participantes, na verdade uma descrição que junta elementos dos modelos de valor privado e comum. Um possível avanço na área seria verificar os resultados das hipóteses deste trabalho sob o arcabouço de modelos de valor afiliado.

REFERÊNCIAS

DEBROCK, Larry M.; SMITH, James L. Joint bidding, information pooling, and the performance of petroleum lease auctions. **The Bell Journal of Economics**, p. 395-404, 1983.

ESTACHE, Antonio; IIMI, Atsushi. Auctions with endogenous participation and quality thresholds: evidence from ODA infrastructure procurement. **World Bank Policy Research Working Paper Series**, 2009.

PAULO, Goret Pereira. **A utilização de leilões em modelos de expansão da rede de transmissão de energia elétrica**. Tese de doutorado em Administração Pública. Escola de Administração de Empresas de São Paulo - EAESP-FGV. 2012.

MARQUEZ, Robert; SINGH, Rajdeep. The economics of club bidding and value creation. **Journal of Financial Economics**, v. 108, n. 2, p 493-505, 2013.

MILGROM, Paul R.; WEBER, Robert J. A theory of auctions and competitive bidding. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 1089-1122, 1982.

RAY, Debraj; VOHRA, Rajiv. A theory of endogenous coalition structures. **Games and Economic Behavior**, v. 26, n. 2, p. 286-336, 1999.

VICKREY, William. Counterspeculation, auctions, and competitive sealed tenders. **The Journal of finance**, v. 16, n. 1, p. 8-37, 1961.