

Resumo

Investimentos em infraestrutura têm muitas características peculiares, o que dificulta avaliá-los como ativos. A literatura sobre finanças costuma dar pouca atenção a essas especificidades, ao focar no risco de mercado e ignorar o risco idiosincrático, considerando que esse risco pode ser minimizado com a diversificação do portfólio. No entanto, a necessidade de aportes de capital expressivos nos projetos de infraestrutura, entre outros fatores, dificulta essa diversificação. Tendo como base Siffert Filho, Puga e Ferreira (2021), este estudo propõe uma forma de calcular diretamente o valor de um ativo de infraestrutura, a partir da matriz de risco do projeto, elaborada na fase de estruturação do empreendimento. O método utilizado ajuda também a vislumbrar os efeitos que a adoção de uma estrutura contratual que mitigue riscos pode ter na atratividade dos projetos.

Palavras-chave: infraestrutura; prêmio de risco; *project finance*.

Abstract

The many peculiar characteristics of infrastructure investments hinder their evaluation as assets. The finance literature tends to pay little attention to such specificities, focusing on market risk and ignoring idiosyncratic risk, which it deems can be minimized by diversifying its portfolio. However, the necessity of a great amount of capital toward infrastructure projects and other factors hinders such diversification. Following Siffert Filho, Puga, and Ferreira (2021), this study offers a way to directly calculate the value of an infrastructure asset based on the risk matrix of the project, which had been elaborated on its planning phase. The proposed method also helps to evaluate how adopting a contractual structure that mitigates risks can affect projects attractiveness.

Keywords: *infrastructure; risk premium; project finance.*

Introdução

O investimento em um projeto somente deve ser feito se sua projeção de retorno for maior do que a de uma alternativa que remunere a taxa livre de risco e o risco-país, acrescidos das taxas (prêmios) que compensem os diferentes riscos associados a investir no projeto.¹ O risco pode ser entendido como qualquer evento que possa vir a ter impacto negativo no fluxo de caixa e, portanto, na expectativa de retorno e no valor presente do projeto² (Siffert Filho; Puga; Ferreira, 2021).

A infraestrutura apresenta riscos que lhe são peculiares, o que a torna uma classe de ativo diferenciada para investidores financeiros ou estratégicos. Os riscos são bastante concentrados na fase de implantação do projeto e, vencida essa etapa, muitos investimentos em infraestrutura tendem a se comportar como os de renda fixa. A adoção prévia de mitigadores dos riscos idiossincráticos, peculiares ao empreendimento, na estruturação dos projetos tem efeitos importantes na atratividade de investimentos. Outra característica relevante é a longa vida útil do ativo, que faz com que mesmo pequenas variações na percepção de risco tenham impacto expressivo no valor presente do projeto de infraestrutura.

No entanto, a maior parte da literatura de finanças presta pouca atenção a esses riscos peculiares, chamados de idiossincráticos. Richards (1999) aponta que isso tradicionalmente ocorre porque pode, em geral, ser minimizado com a diversificação do portfólio de

1 Embora o artigo trate de investimento em infraestrutura, a decisão de investimento é focada no retorno do acionista, sem considerar o retorno social advindo das externalidades (benefícios ou impactos negativos para terceiros) geradas pelos projetos.

2 O valor presente do projeto é aquele que resulta de trazer todo o fluxo de caixa projetado do ativo para a data atual, usando a taxa de retorno do projeto.

investimento e, portanto, não deveria implicar a colocação de um prêmio de risco.³ Em contraste, os riscos de mercado são comuns aos ativos, não sendo possível minimizá-los por alocação de recursos em diferentes tipos de ativos. Essa diferença de tratamento da literatura tem sido aplicada sobretudo na avaliação de ativos negociados na bolsa de valores.

Em avaliação de projetos de infraestrutura, contudo, essa diferenciação de portfólio é, no mínimo, pouco adequada. A necessidade de aportes de recursos dos acionistas em projetos desse tipo tende a ser elevada, comprometendo parte expressiva do capital dos investidores, a ponto de inviabilizar a diversificação. Outro motivo da pouca adequação diz respeito às peculiaridades de um projeto de infraestrutura, que dificultam sua agregação a uma classe específica de ativo. O agrupamento por setor é de pouca utilidade diante das diferenças em termos de riscos entre, por exemplo, os segmentos de transmissão de energia elétrica e de geração de energia a partir de uma hidrelétrica de grande porte. A carência de bons projetos de infraestrutura na economia mundial, bem como o fato de ser pouco usual a securitização de projetos de infraestrutura na fase de construção, dificultam ainda mais a criação dessa classe de ativo. Na prática, na avaliação de projetos de infraestrutura costuma-se adotar um prêmio mínimo aceitável (*hurdle rate*), a depender de opiniões pessoais e das condições de mercado, que carece de metodologia para cálculo.

3 De forma análoga, Angelidis e Tessaromatis (2008) consideram que “*Standard asset pricing models predict that only systematic risk is priced in equilibrium. [...] The possibility that idiosyncratic risk (which in theory can be eliminated through diversification) maybe priced in equilibrium and therefore investors might demand a systematic risk premium to bear it, has been largely neglected*”.

O objetivo deste artigo é contribuir para a análise desse prêmio mínimo de risco em projetos de infraestrutura, considerando suas peculiaridades. A proposta é apresentar o cálculo do prêmio de risco do projeto a partir de sua própria matriz de risco. Para estimá-la, em análises de empreendimentos de infraestrutura, é usual a criação de um grupo de especialistas que elenca os diferentes riscos identificados, suas probabilidades e os impactos esperados no fluxo de caixa do projeto. Na estimação da matriz são considerados diferentes tipos de riscos (de mercado e idiossincráticos), assim como seus mitigadores.

O cálculo desse prêmio, chamado de prêmio de risco esperado do projeto, foi apresentado pela primeira vez no livro de Siffert Filho, Puga e Ferreira (2021) que trata do financiamento a infraestrutura por meio do *project finance*.⁴ Este artigo é fortemente baseado nesse livro, que apresenta quatro estudos de casos hipotéticos, e considera, em especial, o caso quatro, que trata da concessão de um projeto de linha de transmissão para o setor privado. Ao focar no cálculo do prêmio mínimo de risco do projeto, busca-se aprofundar a análise de risco e a comparação desse prêmio com o do risco de mercado, obtido por meio do modelo *capital asset pricing model* (CAPM).

Além desta introdução, o estudo conta com cinco seções. A seção seguinte apresenta os diferentes riscos usualmente considerados em um projeto de infraestrutura. A terceira seção mostra a forma usual de precificação desses riscos, por meio do modelo CAPM. A quarta seção apresenta o cálculo proposto do prêmio de risco esperado do projeto, que considera as idiossincrasias do projeto identificadas em

⁴ Em Siffert Filho, Puga e Ferreira (2021), esse prêmio foi chamado de prêmio de risco esperado para distinguir dos demais, em função de ser calculado com base no valor esperado do fluxo de caixa do projeto.

sua matriz de risco. A quinta seção descreve um caso hipotético de concessão de linha de transmissão no qual são comparados o prêmio de risco obtido por meio dos cálculos do CAPM e o prêmio de risco esperado do projeto. A última seção apresenta as conclusões do artigo.

Os riscos e seus mitigadores em um projeto de infraestrutura

Os riscos de investir em um projeto são classificados em dois tipos: os de mercado (ou sistemáticos) e os idiossincráticos. Os riscos de mercado englobam aqueles relacionados a preços ou parâmetros utilizados no mercado financeiro, tais como a volatilidade nas taxas de câmbio e de juros e o desempenho da economia, bem como os riscos associados a oscilações de preço dos ativos no mercado de ações. Os riscos idiossincráticos estão associados às peculiaridades do ativo, que, em projetos de infraestrutura, compreendem atrasos no cronograma ou sobrecustos durante a implantação do projeto; riscos socioambientais, relacionados a impactos sociais e ambientais do empreendimento; entre outros.

A infraestrutura é uma classe de ativo diferenciada para investidores financeiros ou estratégicos, com seus diferentes riscos idiossincráticos. A evidência empírica corrobora que a maior parte dos projetos que não se viabilizaram teve problemas na fase de construção (*pre-completion*), e não na fase de operação comercial, na qual há entradas de caixa (*pos-completion*). Uma vez superada a fase *pre-completion*, as entradas de caixa costumam ser bastante estáveis e previsíveis, se comparadas às de outros ativos.

Ao fornecer serviços públicos essenciais, o setor tem uma demanda bastante inelástica (rígida), com contratos de compra e venda de serviços em setores como o de energia elétrica, o que minimiza riscos.

O conjunto de riscos e, sobretudo, a relevância de cada um, varia de setor para setor em projetos de infraestrutura. No portuário, por exemplo, deve-se ter atenção especial aos efeitos do projeto sobre as comunidades locais de pescadores ou mesmo aos riscos de natureza regulatória associados ao regime de autorizações ou concessões de novos terminais. No projeto de uma hidrelétrica de grande porte, os riscos geológicos, hidrológicos e de engenharia são bastante expressivos.

Em um projeto de infraestrutura bem estruturado são firmados diferentes contratos, visando constituir mitigadores e promover uma distribuição balanceada dos riscos entre os atores envolvidos na operação. O ideal é que cada risco seja absorvido pelo ente mais adequado para lidar com ele. No financiamento de uma infraestrutura, é comum a criação de uma sociedade de propósito específico (SPE) que detenha a concessão do projeto e seja responsável por sua implantação e operação. Com isso, muitos dos riscos do projeto ficam segregados e concentrados nessa empresa, buscando torná-la imune às vicissitudes dos demais negócios dos acionistas.

O Quadro 1 apresenta alguns riscos mais diretamente associados a um projeto de infraestrutura que envolva a concessão da prestação de serviço ao setor privado e seus mitigadores. Tais riscos são acrescidos do risco-país e da taxa livre de risco para fins de cálculo do prêmio de risco do projeto.

Quadro 1 • Exemplos de riscos e mitigadores em um projeto de infraestrutura

Riscos	Descrição	Exemplos de mitigadores
Funding	Risco de os acionistas não aportarem os recursos requeridos no projeto ou de haver restrição de crédito em momentos de sobrecustos no projeto	Contrato de suporte dos acionistas (<i>equity support agreement – ESA</i>) que obriga os acionistas a aportarem recursos para capitalização da SPE em caso de sobrecustos na implantação do projeto.
Associados ao valor e à qualidade do capex (<i>capital expenditure – investimento</i>)	Riscos de sobrecustos, problemas nos equipamentos e no leiaute do projeto	Seguro de <i>completion bond</i> , contratado pela SPE em benefício dos financiadores, que garante os recursos para concluir a construção do projeto.
Associados ao opex (<i>operational expenditure</i>)	Risco de as despesas operacionais superarem as previsões	Contrato de operação e manutenção (O&M) com contraparte da SPE que não seja acionista visando minimizar conflitos de interesse entre as partes. Nesse contrato, a SPE transfere para uma empresa a operação e a manutenção do projeto.
Associados à demanda	Risco de frustração da demanda em relação às projeções consideradas na decisão de investir no projeto	<ul style="list-style-type: none"> » Contrato de compra e venda de serviços em projetos, por exemplo, de energia elétrica. » Nos casos em que a demanda é pulverizada (como rodovias), não havendo o contrato acima, celebrar contrato de administração de contas, com obrigação de o concessionário depositar parcela maior das receitas do projeto em conta centralizadora como reserva, obedecendo a hierarquia de pagamento definida no contrato.
Socioambientais		Contratação de consultores independentes para elaboração de estudos, planos de ação e monitoramento.
Eventos de força maior		Em geral, esse tipo de risco é alocado no poder concedente, com a criação de meios para reequilibrar o contrato na ocorrência desses eventos, com diretrizes e compromissos das partes em tratar determinadas questões segundo um protocolo predefinido.

Fonte: Elaboração própria com base em Siffert Filho, Puga e Ferreira (2021).

A precificação do risco e o cálculo do CAPM

A decisão de investir em um projeto somente deve ser tomada se a expectativa de retorno (r_e : retorno do *equity*; ou TIR: taxa interna de retorno do acionista) for maior do que a de uma alternativa que remunere a taxa livre de risco (R_f) e o risco-país acrescidos das taxas (prêmios) que compensem os diferentes riscos (de mercado e idiossincráticos) associados ao investimento no projeto.⁵ Essa remuneração é chamada de custo de oportunidade do acionista, ou custo de capital do acionista (K_e). Em termos matemáticos, a decisão de investir somente será tomada caso:

$$TIR_e > K_e = R_f + \text{risco-país} + \text{prêmio de risco do projeto} \quad [1]$$

(de mercado; idiossincrático)

A diferença entre a TIR_e e o K_e é considerada como o prêmio demandado para renunciar à liquidez e alocar os recursos em um ativo de longo período de maturação.

A literatura de finanças, usualmente, utiliza a taxa do Treasury Bond (TBond) dos Estados Unidos da América (EUA) de 10 anos como medida da taxa livre de risco. A maioria dos estudos de finanças é focada nos EUA, sendo ignorada a taxa de risco-país. Esse risco é acrescentado em precificações de ativos em países em desenvolvimento, como o Brasil. O risco-país compreende, basicamente, o risco político associado a eventos como controle de câmbio (impedindo um investidor estrangeiro de repatriar recursos), desapropriações

⁵ Como apontado na nota de rodapé 1, este artigo é focado na decisão do acionista, sem considerar o retorno social do projeto.

e guerras. Na precificação de ativos no Brasil, é comum o uso das NTN-Bs do Tesouro Nacional de 10 anos como taxa livre de riscos acrescida do prêmio de risco-país. As NTN-Bs são corrigidas pela inflação mais um cupom de juros.

As metodologias de cálculo dos prêmios de risco de mercado e idiossincrático são menos consensuais. Para o primeiro, o principal modelo usado é o CAPM, mas também costumam ser utilizados os modelos de três e cinco fatores de Fama e French (1993; 2015).⁶ Já o risco idiossincrático costuma ser ignorado na precificação de ativos negociados em bolsa de valores, diante do argumento de que pode ser minimizado por meio da diversificação do portfólio de investimento. No entanto, em projetos de infraestrutura, diante de suas peculiaridades, um procedimento usual é a utilização de taxas mínimas de desconto, diferenciadas por setor, consideradas como “aceitáveis” (*hurdle rate*), usadas por instituições financeiras, mas que carecem de metodologia de cálculo.⁷

O cálculo do prêmio de risco de mercado no modelo CAPM

O modelo CAPM, criado nos anos 1960 por Sharpe (1964)⁸ e Lintner (1965), é considerado o marco do nascimento da teoria de

6 Os modelos de três e cinco fatores de Fama e French incluem, além do prêmio de mercado, respectivamente, outros dois e quatro fatores na precificação de ativos. O modelo de três fatores considera as diferenças entre os retornos das empresas pequenas e grandes, e a diferença entre os valores negociados das ações no mercado e seu valor contábil patrimonial. O modelo de cinco fatores acrescenta a lucratividade e o tipo de investimento que a empresa realiza.

7 Yescombe (2013) e Weber, Staub-Bisang e Alfen (2016).

8 O professor William Sharpe (Stanford University, EUA) foi um dos três vencedores do Prêmio Nobel de economia em 1990 por suas contribuições à teoria das finanças econômicas e finanças corporativas.

precificação de ativos. Sharpe (1964) destaca que, até então, não havia uma teoria que descrevesse como o prêmio de risco poderia ser obtido a partir das preferências dos investidores ou de atributos físicos dos ativos. Desde esses estudos, o CAPM tem sido a grande referência, muitas vezes a única (Fama; French, 2023), em cursos de finanças.

O modelo CAPM especifica que o risco relevante de um ativo deve ser medido não em termos do desvio-padrão dos valores de seus retornos, mas considerando a variância de seu retorno e a covariância com os retornos dos demais ativos.⁹ Nesse sentido, o CAPM estabelece uma relação linear positiva entre o prêmio de risco de mercado e o retorno esperado para o mercado de ações em relação à taxa livre de risco. A equação 2 mostra o cálculo do prêmio de risco de mercado no CAPM.

$$\text{Prêmio de risco de mercado do ativo} = \beta_e [E(R_m) - R_f] \quad [2]$$

Em que β_e é o beta do *equity*; R_f é a taxa livre de risco; $E(R_m)$ é o retorno esperado para o mercado de ações; e $[E(R_m) - R_f]$ é o prêmio do mercado de ações.

O prêmio de risco do mercado de ações $[E(R_m) - R_f]$ corresponde ao retorno esperado ao investir em uma carteira diversificada de ações *vis-à-vis* à taxa livre de risco. A forma mais usual de obter esse prêmio tem sido calcular a diferença entre as médias históricas de retorno do índice geral Dow Jones de ações (ou S&P 500) e as médias das taxas do TBond nos EUA.

⁹ “The relevant risk of each company’s stock is measured, moreover, not by the standard deviation of its dollar returns, but by the sum of the variance of its own aggregate dollar returns and their total covariance with those of all other stocks” (Lintner, 1965).

No Brasil, é comum também comparar o retorno do Ibovespa com o das NTN-Bs.¹⁰ De fato, Damodaran (2015) aponta que não existe uma forma vencedora de obter o prêmio de risco do mercado de ações que seja a melhor em qualquer situação, indicando inclusive a possibilidade de utilização de uma média entre os prêmios calculados de diferentes formas.

O beta do *equity* (β_e) é uma medida de risco de mercado do acionista ao investir no projeto, considerando seu setor e o grau de alavancagem do projeto, comparado à alternativa de aplicar os recursos em uma carteira diversificada de ações, negociadas em bolsa de valores. Como mostra o Box 1, o cálculo do β_e é feito a partir do β_a^{setor} (beta das ações do setor negociadas em bolsa), tendo como objetivo considerar o grau de alavancagem do projeto, em vez da alavancagem média do setor. O β_a^{setor} , por sua vez, é calculado como:

$$\beta_a^{\text{setor}} = \text{Cov}(r_s, r_a) / \text{Var}(r_a) \quad [3]$$

em que $\text{Cov}(r_s, r_a)$ é a covariância entre os retornos das ações do setor do projeto (r_s) e do índice geral das ações negociadas em bolsa de valores (r_a); e $\text{Var}(r_a)$, a variância do índice geral das ações.

Por conta da elevada liquidez e do número de empresas listadas, muitos analistas utilizam dados do mercado de ações de Nova York (NYSE) em vez do brasileiro (B3) para obter o β_a^{setor} .

¹⁰ Outras duas formas, por exemplo, de obter o prêmio de risco do mercado de ações são: i) por meio de pesquisa com atores do mercado; ou ii) pelo cálculo do retorno implícito presente no preço de ativos, baseado em parâmetros como: quociente de preço por lucro; taxa de crescimento de dividendos; e quociente de retorno sobre o patrimônio (Ministério da Fazenda, 2018). Damodaran (2015) aponta que o prêmio do mercado de ações histórico nos EUA situa-se, em geral, entre 4% ao ano (a.a.) e 6% a.a.

Box 1 • Cálculo do beta do equity (β_e)

O β_e do projeto é calculado a partir do β_a^{setor} (beta das ações de empresas do mesmo setor do projeto negociadas em bolsa de valores), sendo este uma média ponderada entre o beta do equity (β_e^{setor}) e o beta da dívida (β_d^{setor}) do setor, com os pesos de cada um determinado pela composição de cada fonte no financiamento do setor. Assim:

$$\beta_a^{\text{setor}} = \beta_d^{\text{setor}} (D^{\text{setor}} / (D^{\text{setor}} + E^{\text{setor}})) + \beta_e^{\text{setor}} (E^{\text{setor}} / (D^{\text{setor}} + E^{\text{setor}})) \quad [4]$$

Em que D é o valor da dívida; e E, o valor do equity.

Como a flutuação do preço de um título da dívida tende a ser muito menor que a de uma ação negociada em bolsa de valores, ao considerar $\beta_d^{\text{setor}} = 0$, tem-se que:

$$\beta_a^{\text{setor}} = \beta_e^{\text{setor}} (E^{\text{setor}} / (D^{\text{setor}} + E^{\text{setor}})) \quad [5]$$

Isolando o β_e^{setor} :

$$(\beta_e^{\text{setor}} = \beta_a^{\text{setor}} ((D^{\text{setor}} + E^{\text{setor}}) / E^{\text{setor}})) \quad [6]$$

O β_e^{setor} é um número usualmente calculado por estudiosos em finanças e analistas de mercado e, em geral, disponibilizado na internet.¹¹ A questão-chave é como obter o β_e de um projeto de infraestrutura a partir do β_e^{setor} . Utilizando o β_e^{setor} , a equação 5 e os valores de D^{setor} e E^{setor} no balanço das empresas do setor negociadas em bolsa, chega-se ao β_a^{setor} . Como o setor é o mesmo do projeto,

¹¹ Uma fonte de informação bastante utilizada são os números publicados por Damodaran (2023). O beta pode ser calculado, também, a partir dos dados de retornos históricos das ações do setor e do índice médio das ações do mercado, como Dow Jones, S&P 500 e Ibovespa.

Continua

tem-se que $\beta_a^{\text{setor}} = \beta_a$ do projeto. Em seguida, o β_a é calculado a partir da equação 6, considerando os valores D e E do projeto (D^{proj} e E^{proj}). Como resultado, chega-se ao β_e .

A matriz de risco e o cálculo proposto do prêmio de risco do projeto

A elaboração da matriz de risco é prática usual na primeira fase de um projeto de infraestrutura, que antecede a de construção (fase *pre-completion*), na qual ocorrem a estruturação e a licitação do projeto. Para identificar essa matriz, é usual a constituição de um grupo de especialistas em diferentes temas associados à viabilização e aos riscos do projeto, a seu setor e aos aspectos institucionais envolvidos. A matriz de risco considera os diferentes riscos associados ao projeto, tanto de mercado quanto idiossincráticos.

O Quadro 2 mostra como é a matriz de risco de um projeto. Nas linhas da primeira coluna da matriz são identificados os diferentes riscos relevantes do projeto. Nas colunas seguintes são colocados, nessa ordem, a probabilidade (P) de cada risco considerado pelos especialistas; seu impacto (X) no fluxo de caixa do projeto, caso ocorra; e o impacto esperado, ao considerar a probabilidade do risco. Na avaliação do impacto, são considerados os mitigadores dos riscos usados na estruturação do projeto. Ao somar, na última linha, os impactos esperados de cada risco, tem-se o impacto esperado total

dos riscos no fluxo de caixa do projeto ($= \sum P_i X_i$), em que i varia de 1 a N , sendo N o número de riscos mapeados.¹²

Uma prática usual na avaliação de projetos tem sido o cálculo de várias matrizes, em que são imputadas diferentes probabilidades associadas aos diferentes riscos, de modo que o acionista toma sua decisão de investimento com base em um conjunto de probabilidades. Para fins de simplificação da análise, este artigo considera as probabilidades associadas a cada risco como sendo fixas.

Quadro 2 • Matriz de risco de um projeto

Tipo de risco	Probabilidade	Impacto no fluxo de caixa	Impacto esperado no fluxo de caixa
Risco 1	P1	X1	P1X1
Risco 2	P2	X2	P2X2
⋮	⋮	⋮	⋮
Risco N	PN	XN	PNXN
Total			$\sum P_i X_i$

Fonte: Elaboração própria.

O método proposto consiste em obter uma estimativa do prêmio mínimo aceitável de risco do projeto a partir da matriz de risco. Para tanto, supõe-se que o investidor seja neutro ao risco e considere um projeto livre de risco e outro com risco, mas com o mesmo valor esperado, equivalentes.

O cálculo é feito em três etapas. Na primeira, é obtida a taxa interna de retorno do acionista do projeto (TIR_e) da forma usual, na qual se utiliza o fluxo de caixa do projeto (equação 7). A TIR_e,

¹² Por simplicidade e diante da dificuldade em avaliar a correlação entre os riscos, não é considerada essa correlação.

também chamada de *return on equity* (ROE), difere da TIR do projeto (Box 2) ao abater do fluxo de caixa (CF) os pagamentos do serviço da dívida (S, que inclui juros e amortizações) e considerar o *funding* do projeto advindo exclusivamente do acionista, ou seja, o valor do *equity* (E).

$$\sum_{t=1}^n \left(\frac{CF_t - S_t}{(1 + \text{TIRe})^t} \right) = E \quad [7]$$

Box 2 • Cálculo da TIR do projeto

O princípio básico da avaliação de projeto é que o valor de um ativo corresponde ao valor presente de seus fluxos de caixa previstos (CF), descontado o custo de capital, ajustado aos riscos do ativo. A TIR do projeto, por sua vez, é aquela que, ao descontar o fluxo de caixa previsto e comparar com o investimento realizado, resulta em um valor presente líquido (VPL) igual a zero. Em outras palavras, a TIR do projeto é a taxa que faz o valor presente do fluxo de caixa do projeto ser igual ao investimento realizado.

A equação 8 mostra a fórmula de cálculo da TIR.¹³ O investimento realizado corresponde aos aportes de capital dos acionistas (E: *equity*) e ao valor da dívida, usado na composição do *funding* do projeto (D: dívida).

$$\sum_{t=1}^n \left(\frac{CF_t}{(1 + \text{TIR})^t} \right) = (E + D) \quad [8]$$

¹³ Não existe fórmula que forneça diretamente o valor da TIR. O modo usual utiliza o método iterativo, partindo da estimativa inicial da TIR na fórmula, com aproximações sucessivas para a obtenção da taxa. No Microsoft Excel, a função TIR fornece essa taxa.

Na segunda etapa, é utilizada a matriz de risco do projeto para calcular o valor esperado do fluxo de caixa, sendo:

$$E(CF) = (1 - \sum P_i X_i) CF \quad [9]$$

em que $(1 - \sum P_i X_i)$ corresponde à parcela do fluxo de caixa considerado ao descontar o impacto esperado. Ao assumir que o serviço da dívida (S) vai ser mantido, independentemente da materialização dos riscos do projeto, tem-se nova TIR_e , ou seja, a TIR_e esperada do projeto $[E(TIR_e)]$, usando $E(CF)$ no lugar do CF , na equação 7. A equação 10 mostra o cálculo da $E(TIR_e)$.

$$\sum_{t=1}^n \left(\frac{E(CF_t) - S_t}{(1 + E(TIR_e))^t} \right) = E \quad [10]$$

Na terceira e última etapa, o prêmio de risco esperado é calculado descontando a taxa obtida na primeira etapa (TIR_e) pela calculada na segunda etapa ($E(TIR_e)$). Desse modo, tem-se que:¹⁴

$$\text{Prêmio de risco esperado} = TIR_e - E(TIR_e) \quad [11]$$

O prêmio de risco esperado consiste na taxa de retorno adicional que o projeto oferece para compensar a diferença entre o fluxo de caixa projetado e seu valor esperado. Ao utilizar o $K_e = Rf + \text{prêmio de risco-país} + \text{prêmio de risco esperado do projeto}$, tem-se que:

$$K_e = Rf + \text{prêmio de risco-país} + TIR_e - E(TIR_e) \quad [12]$$

¹⁴ Ao usar juros compostos, tem-se que: Prêmio de risco esperado = $\{[(1 + TIR_e) / (1 + E(TIR_e))] - 1\}$.

Ao substituir o valor do K_c na equação 1, apresentada na seção 3, tem-se que:

$$TIR_c > R_f + \text{prêmio de risco-país} + TIR_c - E(TIR_c) \quad [13]$$

Em suma, a taxa de retorno do acionista deve ser superior à taxa livre de risco acrescida do risco-país e do prêmio de risco esperado para que se decida investir no projeto.

O caso hipotético do Projeto LT Uaná e seu custo de capital

O caso hipotético analisado compreende a concessão ao setor privado, pelo prazo de trinta anos, da implantação e operação de linhas de transmissão de energia elétrica. O projeto, chamado de Projeto LT Uaná, requeria a implantação de circuito de alta tensão de 500 Kv com dez subestações.¹⁵ O Fundo de Investimentos de Participações – FIP Invest Co. (fundo de investimento de *private equity*) venceu o leilão de concessão com a proposta de tarifa (receita anual permitida – RAP) de R\$ 354 milhões/ano.¹⁶

A SPE Transmissão Co. foi constituída para ficar encarregada do planejamento, construção e operação da linha de transmissão. A empresa se comprometeu a investir R\$ 1,96 bilhão na construção do projeto nos dois primeiros anos da concessão. Como resultado, a linha de transmissão deveria entrar em

15 O projeto está mais detalhado em Siffert Filho, Puga e Ferreira (2021).

16 Todos os valores do projeto estão a preços constantes de 2023. As taxas de retorno estão em termos reais e, portanto, acima da inflação.

operação para o Operador Nacional do Sistema (ONS) no terceiro ano da concessão.

O aporte de capital do acionista (*equity*) ficou em R\$ 490 milhões (25% do *funding*), sendo R\$ 294 milhões no primeiro ano e R\$ 196 milhões no segundo. O valor da dívida ficou em R\$ 1,47 bilhão (75% do *funding*), dividida em duas tranches, de R\$ 882 milhões e R\$ 588 milhões, para suprir as necessidades de *funding* do primeiro e do segundo ano, respectivamente. As taxas de juros reais ficaram em 6,0% a.a., com capitalização dos juros no prazo de carência de três anos e amortização pelo sistema SAC pelo prazo de 14 anos.¹⁷

O cálculo do custo de capital no modelo CAPM

A Tabela 1 apresenta os cálculos do prêmio de risco de mercado e do custo de capital no modelo CAPM. Para o cálculo da taxa livre de risco acrescida do risco-país, foi considerada a taxa de juros real da NTN-B de 10 anos, de 5,79% a.a. Como os valores neste estudo estão a preços constantes, não foram consideradas as expectativas de inflação. Para o prêmio de risco do mercado de ações, foram consideradas a diferença de retorno médio anual do índice S&P 500 e as médias das taxas do Treasury Bond de 10 anos dos Estados Unidos nos últimos trinta anos. Para o β_a , a principal referência foram os valores calculados por Damodaran (2023), disponíveis na página do autor na internet. Por fim, foi considerado o grau de alavancagem do projeto LT Uaná.

¹⁷ As taxas utilizadas neste texto estão acima das usadas por Siffert Filho, Puga e Ferreira (2021), por conta de mudanças nas condições financeiras das operações de empréstimo na economia desde então.

Ao utilizar na equação 2 da seção 3 os valores dos parâmetros citados acima e apresentados na Tabela 1, o resultado é o valor do prêmio de risco de mercado de 6,4% a.a. O custo do capital no CAPM (que engloba a taxa livre de risco, o risco-país e o risco de mercado) ficou em 11,7% ao ano, em termos reais.

Tabela 1 • Cálculo do prêmio de risco, utilizando o CAPM

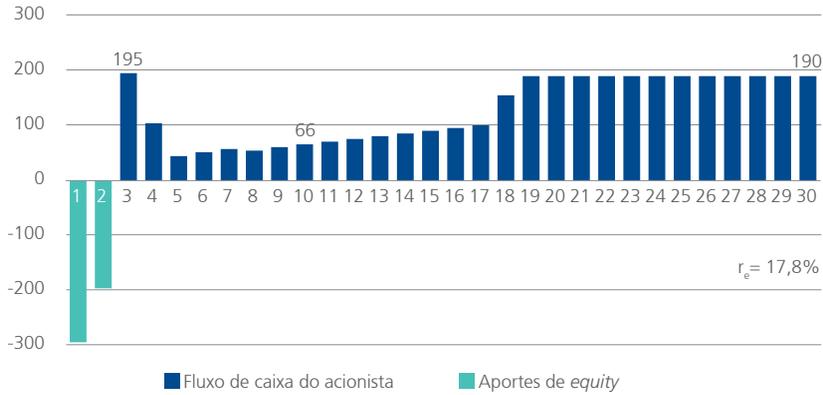
Parâmetros	Valores	Referência
(A) Taxa livre de risco + risco-país	4,9%	Taxa de 5,8% da NTN-B de 10 anos, em 13.10.2023, descontado imposto de 15%
(B) $(R_m - R_f)$	3,5%	Diferença entre o retorno médio do índice S&P e do TBond EUA de 10 anos (médias 1993-2022)
(C) β_a	0,46	Damodoran (Jan, 2023): beta desalavancado do setor de energia elétrica (<i>power</i>)
(D) $(Dívida + Equity) / Equity$	4,00	Projeto financiado com 25% de <i>equity</i> e 75% de dívida.
(E) Prêmio de risco de mercado [= B x C x D]	6,4%	
(F) $K_e [=(1+A)*(1+E)-1]$	11,7%	

Fonte: Elaboração própria com base em Anbima (https://www.anbima.com.br/pt_br/informar/precos-e-indices/precos/precos.htm), Treasury Direct (<https://www.treasurydirect.gov/marketable-securities/treasury-bonds/>) e Damodoran, (2023).

O custo de capital usando o prêmio de risco esperado do projeto

Para obter o prêmio esperado do projeto, o primeiro passo foi obter a TIR_e considerando o fluxo de caixa do acionista do projeto LT Uaná. O Gráfico 1 mostra esse fluxo, com os valores apresentados a preços constantes. A TIR_e ficou em 17,8%, enquanto a TIR do projeto ficou em 10,8%.

Gráfico 1 • Fluxo de caixa do acionista no Projeto LT Uaná



Fonte: Elaboração própria.

O segundo passo consistiu em obter a matriz de risco do projeto LT Uaná, exposta na Tabela 2.¹⁸ Os especialistas consideraram cinco tipos de risco. Os principais, em termos de impacto esperado no projeto, foram o socioambiental e o de força maior. Buscou-se mitigar o primeiro por meio da elaboração de estudos ambientais para identificar o melhor traçado das linhas, considerando a proximidade com aglomerados urbanos, sítios arqueológicos, cursos de água, populações tradicionais e outras áreas de interesse socioambiental. Para mitigar riscos de força maior, foram construídos para-raios com especificações acima dos parâmetros técnicos recomendados, entre outras medidas. Como resultado, o impacto esperado de todos os riscos no fluxo de caixa do projeto seria de 20%.

¹⁸ Neste artigo, por simplificação, foi considerado que o acionista é neutro ao risco e toma sua decisão de investir após considerar o impacto esperado no fluxo de caixa do projeto, apresentado na Tabela 2. Em contraste, o acionista pode ser avesso ao risco, bem como utilizar mais de uma matriz com diferentes probabilidades associadas a cada risco (em vez do risco tecnológico ter 10% de chance de ocorrer, poderia ser considerado, por exemplo, um percentual de 30% ou mais). Esse uso de outras matrizes permite analisar a sensibilidade da atratividade do projeto a mudanças no risco.

Tabela 2 • Matriz de risco do projeto LT Uaná

Tipo de risco	Probabilidade	Impacto no fluxo de caixa	Impacto esperado no fluxo de caixa
Tecnológico / engenharia	10%	-20%	-2%
Socioambiental	30%	-20%	-6%
Insuficiência de demanda	20%	-20%	-4%
<i>Funding</i>	10%	-20%	-2%
Força maior	20%	-30%	-6%
Total			-20%

Fonte: Elaboração própria.

Por fim, no Gráfico 2, as entradas de caixa do acionista foram substituídas por seu valor esperado, considerando a matriz de risco do projeto, que atribui uma perda esperada de 20% no fluxo de caixa.¹⁹ A redução esperada nas entradas de caixa do acionista foi, proporcionalmente, maior (chegando a haver saídas em alguns anos), uma vez que o serviço da dívida não muda. Como resultado, a taxa de retorno esperada do acionista ficou em 10,1%.

Gráfico 2 • Valor esperado do fluxo de caixa do acionista no projeto LT Uaná



Fonte: Elaboração própria.

¹⁹ Os pagamentos associados ao serviço da dívida são os mesmos. Como resultado, o fluxo de caixa do acionista cai proporcionalmente mais do que o fluxo de caixa do projeto.

A diferença entre as duas taxas de retorno do acionista [$TIR_c - E(TIR_c)$] corresponde ao prêmio de risco esperado do projeto. Ao usar a fórmula de juros compostos, o prêmio ficou em 7,0% a.a.²⁰ Para obter o custo de capital do acionista (K_c), foi agregada a taxa líquida da NTN-B de 10 anos, de 4,9% a.a., o que resultou em um custo de 12,2% a.a. Esse custo é inferior à TIR do acionista (17,8%), o que indica que um investidor neutro ao risco investiria no projeto.

Comparando o custo de capital no CAPM e usando o prêmio esperado do projeto

A comparação entre os valores obtidos do custo de capital usando o CAPM e o prêmio esperado do projeto deve levar em conta o modo como os parâmetros utilizados nos cálculos foram obtidos. No CAPM, foi utilizado o histórico dos desempenhos do mercado de ações e de títulos públicos dos Estados Unidos para obter o prêmio do mercado de ações. Ao considerar o período de 1993 a 2022, que inclui a crise financeira global de 2008, foi obtido um prêmio de 3,5% a.a. Caso fosse utilizado o período 2013 a 2022, o prêmio teria ficado em 8,1%, ou seja, 4,6 pontos percentuais acima.

O cálculo do custo de capital utilizando o prêmio esperado do projeto, por sua vez, teve como base o estudo de um caso hipotético de concessão de linha de transmissão de energia elétrica. Entre os três grandes segmentos do setor elétrico (geração, transmissão e distribuição), o de transmissão é considerado, em geral, o de menor risco.

²⁰ De acordo com a fórmula de juros compostos, tem-se que: $(1 + \text{prêmio de risco}) = (1 + 17,8\%) / (1 + 10,1\%)$, ou seja, prêmio de risco = 7,0%. Por questões de arredondamento, pode haver pequenas diferenças entre os valores obtidos e o resultado da fórmula.

Neste estudo, foi definido um impacto esperado dos riscos no fluxo de caixa do projeto de 20%. Já em um caso complexo de concessão de construção e operação de uma hidrelétrica, esse impacto pode ficar acima de 30%.

Feitas as ressalvas acima, o custo de capital usando o prêmio de risco esperado do projeto (12,2% a.a.) ficou ligeiramente acima do obtido a partir do CAPM (11,7% a.a.). A diferença entre as duas taxas pode ser considerada uma medida do prêmio de risco idiossincrático do projeto. O baixo prêmio obtido de 0,45% a.a., ao considerar juros compostos, pode ser atribuído ao baixo risco do segmento de transmissão de energia.

Um cálculo interessante consiste em obter a perda esperada no fluxo de caixa do projeto correspondente ao prêmio de risco do CAPM. Essa perda pode ser obtida variando a perda esperada na matriz de risco do projeto até encontrar o prêmio de 11,7% a.a. A perda esperada ficou em 18,5%.

Considerações finais

A determinação do prêmio de risco é crucial na decisão de investir em um projeto de infraestrutura. Um investidor com capacidade diferenciada de avaliação de riscos tem mais possibilidades de ganho com ativos de infraestrutura. Essa avaliação pode levá-lo a fazer ofertas melhores em uma concessão de determinada infraestrutura, saindo vencedor do leilão. Terminada a fase de implantação, com a queda dos riscos e a valorização do projeto, o investidor tem a possibilidade de vender sua participação acionária, obtendo lucros elevados.

O objetivo deste estudo foi aprofundar o entendimento das idiosincrasias dos projetos de infraestrutura e seus impactos no prêmio de risco. A literatura sobre finanças costuma dar maior atenção ao risco de mercado e ignorar o risco idiossincrático, por considerar que ele pode ser minimizado por meio de diversificação de portfólio. Contudo, a necessidade de aportes expressivos de capital nos projetos, entre outros fatores, dificulta essa diversificação. Como resultado, é comum em análises de projeto o uso de “taxas aceitáveis” (*hurdle rates*), utilizadas por instituições financeiras como prêmio de risco, mas que carecem de metodologia de cálculo.

Este estudo calculou o chamado prêmio de risco esperado do projeto, apresentado por Siffert Filho, Puga e Ferreira (2021), no caso hipotético de uma concessão de linha de transmissão de energia ao setor privado. De forma resumida, a metodologia de cálculo consiste em usar a matriz de risco do projeto para obter os valores esperados de seu fluxo de caixa, descontando o impacto esperado dos riscos, e considerar, como prêmio de risco, a diferença entre o retorno do projeto e o retorno esperado ao utilizar esse fluxo de caixa. O prêmio de risco esperado do projeto obtido foi comparado com o prêmio obtido caso fosse utilizado o modelo CAPM, que não considera o risco idiossincrático.

O prêmio de risco esperado do projeto ficou muito próximo, um pouco acima, do obtido pelo método CAPM, o que está em sintonia com o baixo risco dos projetos de implantação de linha de transmissão. Essa baixa diferença pode tornar o projeto mais atrativo, em comparação com análises feitas utilizando as citadas “taxas aceitáveis”. Desse modo, espera-se que o cálculo do prêmio de risco esperado contribua para o interesse por projetos de infraestrutura.

O cálculo do prêmio de risco esperado também estabelece uma relação direta entre o impacto esperado dos riscos no fluxo de caixa e o custo de capital do investidor. Nesse sentido, o método permite estimar, por exemplo, os efeitos da adoção de mitigadores de risco no custo de capital e, portanto, seu impacto sobre a decisão de investir no projeto. Os mitigadores reduzem o impacto esperado dos riscos no fluxo de caixa do projeto, diminuindo seu custo. De forma análoga, esse método ajuda a vislumbrar os efeitos que uma avaliação diferenciada da matriz de risco (por exemplo, o aumento na probabilidade associada a determinado risco) pode ter no prêmio de risco e, portanto, na atratividade dos projetos.

Referências

ANGELIDIS, T.; TESSAROMATIS, N. Idiosyncratic volatility and equity returns: UK evidence. *International Review of Financial Analysis*, v. 17, n. 3, p. 539-556, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1057521906000822>. Acesso em: 2 set. 2024.

DAMODARAN, A. *Betas by Sector (US)*. 2023. Disponível em: https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html. Acesso em: 28 jun. 2023.

DAMODARAN, A. *Equity risk premiums (ERP): determinants, estimation and implications - the 2015 edition*. New York: Stern School of Business, 2015. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2581517>. Acesso em: mar. 2021.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, v. 33, n. 1, p. 3-56, fev. 1993. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304405X93900235>. Acesso em: 2 set. 2024.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. A five-factor asset pricing model. *Journal of Financial Economics*, v. 116, n. 1, p. 1-22, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304405X14002323>. Acesso em: 2 set. 2024.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. *The capital asset pricing model: theory and evidence*. 2023. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=440920>. Acesso em: 2 set. 2024.

RICHARDS, A. J. Idiosyncratic risk: an empirical analysis, with implications for the risk of relative-value trading strategies. *International Monetary Fund Working Papers*, 1999.

LINTNER, J. The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. *The Review of Economics and Statistics*, v. 47, n. 1, p. 13-37, fev. 1965. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1924119>. Acesso em: 2 set. 2024.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. *Metodologia de Cálculo do WACC*. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.tesourotransparente.gov.br/publicacoes/manual-de-orientacao-para-calculo-do-wacc/2018/30#:~:text=Manual%20que%20orienta%20e%20exemplifica%20sugest%C3%A3o>. Acesso em: 2 set. 2024.

SHARPE, W. F. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, v. 19, n. 3, p. 425-442, set. 1964. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2977928>. Acesso em: 2 set. 2024.

SIFFERT FILHO, N.; PUGA, F.; FERREIRA, T. T. *Infraestrutura e project finance: da teoria aos estudos de caso*. Curitiba: Appris, 2021.

WEBER, B.; STAUB-BISANG, M.; ALFEN, H. W. *Infrastructure as an asset class: investment strategy, sustainability, project finance and PPP*. 2. ed. Hoboken: Wiley, 2016.

YESCOMBE, E. R. *Principles of project finance*. 2. ed. Cambridge: Cambridge Academic Press, 2013.