

**ANÁLISE DE CONSEQUÊNCIAS ECONÔMICAS DE INVESTIMENTOS EM
PAVIMENTAÇÃO NO CONSÓRCIO UNIVIAS**

Luis Eduardo Paiva Severo¹
Paulo Ruwer¹
Rui Juarez Klein¹
Régis Martins Rodrigues²
Fernando Pugliero Gonçalves²

Resumo

Os Sistemas de Gerência de Pavimentos (SGP's) vêm se consolidando ao longo dos últimos 40 anos e, no Brasil, ainda hoje os SGP's são pouco difundidos. É importante salientar a possibilidade de analisar financeiramente o subsistema Pavimentos através do SGP e de algumas técnicas de análise de projetos e mensuração de riscos. Neste trabalho apresenta-se um procedimento para obter a taxa real de remuneração do capital investido em pavimentos. Num primeiro momento é definida uma taxa efetiva de depreciação física anual dos mesmos, obtida pelo SGP do Univias neste caso, e captando, ao final, o efeito de alguns Riscos Conjunturais e Inerentes a este subsistema. Salienta-se a limitação deste trabalho por considerar apenas o elemento *Pavimento*, enquanto que na prática diária as empresas concessionárias de rodovias se deparam com um conjunto maior de elementos físicos. Além disso, discute-se os seguintes aspectos principais: 1) delimitação dos riscos associados ao subsistema Pavimentos nos Contratos de concessão rodoviária; 2) elementos de auxílio ao processo de tomada de decisão para definição de investimentos em pavimentos; 3) Obtenção da remuneração do capital investido em pavimentos para uma rede qualquer, e 4) Identificação do risco máximo suportado pela taxa de retorno esperada para o subsistema Pavimentos.

Palavras chave: pavimentos, análise econômica

¹ – **Consórcio Univias**: Av. Amazonas, 576 CEP 90240-541 – Porto Alegre/RS, Fone: 51 3326 2626 – paulo.eng@univias.com.br

² – **Pavesys Engenharia Ltda**: Av. João Pessoa 1375/603 – Porto Alegre/RS, Fone: 51 3212 5927 – pugliero@pavesys.com.br; regis@infra.br;

1. Introdução

O Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) do Consórcio Univias permite a obtenção de sínteses da condição e das necessidades atuais de manutenção da rede ou de uma sub-rede (Pólo ou Trecho) em um dado momento, ou efetuar previsões acerca do futuro (análises de conseqüências), além de elaborar todo um Plano Plurianual de Investimentos, abrangendo até o final do período de análise ou parte dele. O objetivo central do SGP Univias é o de manter e até elevar o nível de serviço dos pavimentos para o usuário, dentro do que é requerido pelo contrato da concessão e de modo a minimizar os custos de manutenção para a concessionária.

Também é possível, partindo-se do SGP, determinar em que contexto financeiro é gerenciado o subsistema Pavimentos. Mais do que isto pode ser obtido quando se acoplam alguns conceitos da Análise Financeira e Riscos de Projetos, determinando, por exemplo, a taxa de retorno do capital investido em pavimentos, ou o risco máximo suportado pela taxa de retorno esperada pelo acionista – ao investir em pavimentos – para um período qualquer. Como um desdobramento adicional do procedimento descrito, é possível indicar algumas características para qualificar financeiramente a gestão de pavimentos ao identificar e mensurar os principais riscos associados a este subsistema.

Deve-se ter em conta que os resultados obtidos possuem importância relativa, já que o pavimento é somente uma parcela do “Negócio Concessão”, e há, ainda, variação do tamanho desta parcela em diferentes Concessionárias. Salienta-se ainda que, questões setoriais, de ordem macroeconômica e tributárias, foram parcialmente consideradas, mas é possível anexá-las sem desvirtuar a linha central do procedimento proposto.

2. Etapas do Desenvolvimento do Procedimento Para Análises Econômicas de Investimentos

O SGP Univias foi estruturado em dois grandes níveis: (a) SGP em nível de rede e; (b) SGP em nível de projeto. A proposta apresentada neste trabalho utiliza basicamente os resultados da análise em nível de rede, reservando ao usuário a liberdade de utilizar a rede toda ou parte dela. Para alcançar o objetivo deste trabalho, as etapas seguintes serão detalhadas sobre um caso gerado no SGP do Univias.

- Determinação da Taxa Efetiva Anual do investimento em pavimentos;
- Considerações sobre os Riscos Conjunturais e Inerentes ao subsistema pavimentos;
- Determinação da Taxa Real Anual de Remuneração do capital investido em pavimentos;
- Determinação do Risco máximo suportado pela Taxa de Retorno esperada pelo acionista ao investir em pavimentos;
- Considerações finais.

3. Determinação da Taxa Efetiva (*i*) Anual do Investimento em Pavimentos

3.1 Premissa Básica

O desenvolvimento do procedimento para a determinação da Taxa Efetiva (*i*) anual do investimento em pavimentos é feita partindo-se de uma premissa inicial necessária e suficiente: “é conhecida, através de um SGP, a relação “Investimento x Condição Física” da rede para um período qualquer”.

É necessário que esta premissa seja verdadeira, porque o gestor não saberá, a priori, quais os cenários futuros da sua rede gerados pelos investimentos atuais se não dispor de um SGP. Em outras palavras, ele não consegue determinar se o fluxo de caixa futuro, previsto para o investimento em pavimentos, é compatível com a taxa de degradação dos mesmos. As demais

ferramentas de análise são de cunho financeiro, sendo, por isso, suficiente a premissa relativa aos pavimentos acima citada.

3.2 Investigação de Diferentes Cenários de Investimentos

Para a simulação dos cenários que possibilitem a aplicação prática do procedimento proposto foram adotadas neste trabalho as seguintes hipóteses principais:

- A rede em análise é muito extensa (caso do Univias);
- A Vida Restante (VR) média da rede exigida pelo órgão concedente é de 3 anos, isto é, se a rede fosse devolvida ao final do ano corrente, deveria manter um padrão estipulado contratualmente até 3 anos, em média, após a devolução.

Neste contexto, os gestores estão interessados nas consequências físicas e financeiras dos investimentos em pavimentos efetuam simulações, através da aplicação do SGP, obtendo cenários como os apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Cenário para os anos k e k+1. Valores em Unidades Monetárias (UM)

Ano k		Ano (k+1)	
A	B	C	D
INV (UM)	VR (anos)	INV (UM)	VR (anos)
12	2,8	55	3,01
15	2,9	49	3
18	3	40	3,02
21	3,03	30	3,01

Na análise econômica efetuada pelo SGP do Univias, é possível gerar qualquer cenário considerando-se a inflação e a Taxa Média de Atratividade (TMA) do Capital. Entretanto, todos os cenários da tabela 1 foram gerados com inflação igual a zero, para captar somente o efeito da degradação dos pavimentos.

Partindo dos valores simulados para os investimentos – colunas A e C – o SGP gera as Vidas Restantes associadas – colunas B e D – respectivamente. Os resultados concorrem para a seguinte interpretação, extensível para todos os cenários: Um investimento de 12UM ao longo do ano k, gera uma VR média de 2,8 anos ao final do ano k. No ano k+1, entretanto, será necessário investir 55UM para retornar a condição contratual.

O gráfico das colunas A e C fornece as alterações somente no contexto financeiro entre os anos k e k+1.

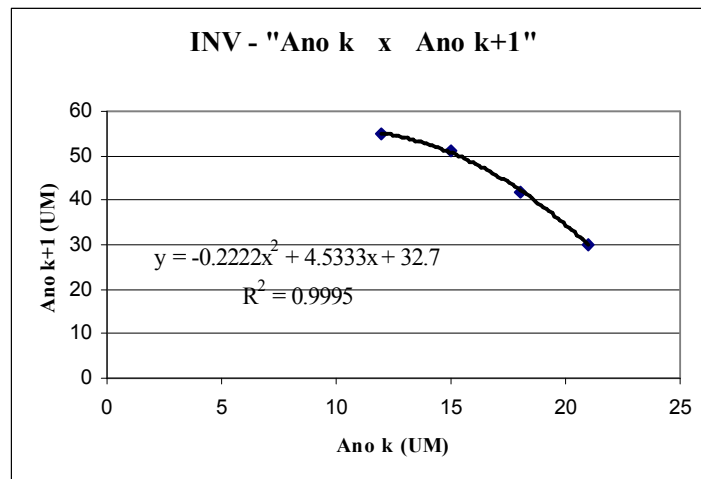


Figura 1: “Investimentos no Ano k x Investimentos no Ano k+1”.

Derivando-se a equação de regressão chega-se aos valores mostrados na Tabela 2, indicando-se a média pela notação $E(F)$.

Tabela 2: Módulo das Derivadas da equação de regressão do Gráfico 1.

X	$ df/dx $	$E(df/dx)$
21	4,799	4,5769
20	4,355	
19	3,91	3,4659
18	3,466	
17	3,022	
16	2,577	2,3549
15	2,133	
14	1,688	1,2439
13	1,244	
12	0,8	

Dos resultados mostrados na Tabela 2 pode-se inferir as seguintes observações:

- Para o Intervalo (21, 20)UM – A cada 1UM deixada de investir no ano k, corresponderá uma necessidade média de 4,5769UM no ano k+1, e assim sucessivamente para os demais intervalos;
- Em linhas gerais, parece que qualquer fonte de financiamento é atrativa para manter o investimento acima das 15UM no ano k, já que o déficit financeiro unitário gerado para o ano k+1 cresce no mínimo a uma taxa 2,3549/1. Em outras palavras, sob o aspecto financeiro, todo o esforço é válido para manter o investimento do ano k no maior patamar possível;
- Sob o aspecto financeiro, não há muita diferença em investir 14 ou 12UM, porque o déficit financeiro unitário gerado para o ano k+1 é relativamente pequeno. Deve ser ressaltado, entretanto que, nesta faixa de investimento, já estará embutida a perda absoluta originada pelo abandono das faixas maiores;

- Naturalmente que todo o déficit financeiro implicam em um déficit físico, porém não é este o enfoque principal deste trabalho.

Assim, a variação média obtida entre qualquer par de pontos da curva da figura 1 é a própria Taxa Efetiva (i) do capital investido em pavimentos, para o período de um ano e para a rede em estudo.

$$i = \frac{df(x_{i+1}) - df(x_i)}{dx}, \text{ para } i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

4. Considerações Sobre os Riscos Conjunturais e Inerentes ao Subsistema Pavimentos

A definição do risco é relativa, porque diferentes perspectivas irão gerar diferentes avaliações do risco para um determinado negócio. Desta forma, para evitar problemas de conceituação, serão definidos dois tipos de riscos neste trabalho: 1) Riscos Conjunturais, e 2) Riscos Inerentes. A sua avaliação é particular também, porque situações que indicam um alto risco para a Concessionária A, podem ser aceitáveis para a Concessionária B por exemplo.

Além disso, os riscos podem ser tratados como uma Probabilidade (a probabilidade de perda), ou como um Desvio-Padrão (o grau de concentração da probabilidade em torno da média). Neste trabalho o risco será tratado como uma Probabilidade, mas o procedimento permite que a segunda alternativa seja utilizada. Aqui, o risco será tratado como a Probabilidade da não ocorrência de um evento. Reitera-se, entretanto, que esta variável poderia ser avaliada estatisticamente, como o Desvio-Padrão de uma distribuição de probabilidades de risco, indicando que todos os demais elementos do fluxo de caixa (i , t , VPL, etc.) também poderiam ser tratados como distribuição de probabilidades. Em outras palavras, este trabalho será desenvolvido de forma determinística e não probabilística.

Assim, para as análises, considera-se da seguinte forma os riscos:

- Risco Conjuntural – Consiste no risco que os sistemas econômico, político e social impõem ao ativo em análise. Ex.: recessão, greve setorial, crise do petróleo, etc.. Este tipo de risco não pode ser gerenciado pelas Concessionárias;
- Risco Inerente – Consiste no risco intrínseco ao ativo em análise, isto é, ao subsistema pavimentos. Podem ser de caráter **financeiro** (falta de liquidez da empresa), **administrativo** (competência gerencial) e **riscos do setor** (riscos ligados aos programas de Concessões). Serão considerados apenas os riscos de caráter **administrativos**.

4.1 Riscos Conjunturais

Como definido acima, estes riscos possuem diversas origens e devem ser avaliados caso a caso. Sabe-se que os preços dos materiais asfálticos não mantiveram um paralelo histórico com a inflação, e que as Concessionárias estão sujeitas a riscos conjunturais regionais. Assim, para efeito deste trabalho, a Inflação será considerada como uma primeira aproximação para os Riscos Conjunturais, mas alerta-se que é necessária uma avaliação particularizada. Assim, define-se a seguinte variável para os Riscos Conjunturais (RC):

$$RC = \theta_1 = 11\%aa \quad (2)$$

4.2 Riscos Inerentes ao Subsistema Pavimentos

Os Riscos Inerentes (RI) estão associados a três grandes origens: 1) Riscos do Cadastro, 2) Riscos de Projeto, e 3) Riscos Executivos.

Os dois primeiros grupos de riscos mantém uma estreita relação, porque a confiabilidade dos projetos está associada a confiabilidade dos dados cadastrais disponíveis. Faz-se a citação das duas classes, porque pode ocorrer a situação onde a Concessionária dispõe de modelos de previsão de desempenho confiáveis, mas está em processo de refinamento do seu cadastro, ou vice-versa. Entretanto, ao definir o Nível de Confiabilidade do projeto, o projetista já incorpora a sua avaliação do grau de precisão da(s) sua(s) fonte de dados. Esta avaliação contempla, entre outros, dados de irregularidade longitudinal, materiais, deflexões, trilhas de roda, etc. em todos os seus aspectos, isto é, com que equipamentos, periodicidade, regularidade, espaçamento, etc. foram obtidos. Ao definir que o Nível de Confiabilidade do projeto é de 90% por exemplo, é assumido que 10% da área restaurada não apresentará a Vida de Serviço mínima estipulada, e este pode ser considerado como um risco inerente ao subsistema pavimento.

O terceiro grupo de risco, aqueles oriundos dos processos executivos, pode ser obtido através dos procedimentos do Controle de Qualidade (CQ), entendendo-se CQ como as atividades pós-obra. Se o procedimento da Concessionária é definir o planejamento anual no início do período, neste momento definem-se os riscos de cada etapa e, para o gerenciamento dos riscos executivos, faz-se o CQ após a conclusão de cada restauração prevista.

Sinteticamente, o CQ consiste em obter medidas aleatórias das principais características da mistura implantada, quais sejam: índice de vazios, espessura, densidade, teor de ligante e granulometria. Esta medição já traz em si um erro (risco) associado pelo fato de ser discreta e aleatória, que deve ser minimizado ao máximo no planejamento do CQ. Tendo-se os resultados dos procedimentos de CQ, é possível definir o quão próximo do projeto foi executado o serviço e mensurar a Vida Útil média real da restauração. Este nada mais é que o conceito de Fator de Pagamento. Se a Concessionária repassar para o executante este risco executivo, é factível que seja considerado nulo o risco inerente do tipo executivo no procedimento ora proposto. Em caso contrário, porém, este risco deve ser apropriado em conjunto com o risco inerente ao CQ para resultar num único termo a ser considerado nesta análise. No presente caso, utilizou-se o seguinte espectro de riscos inerentes: 1) Riscos de Projeto/Cadastro: 10%, 2) Riscos do CQ: 5%, e 3) Riscos Executivos: 7%, obtendo-se um risco inerente total de 23,6%.

$$RI = \theta_2 = 23,6\%aa \quad (3)$$

5 Determinação da Taxa Real Anual de Remuneração do Capital Investido em Pavimentos

Conhecendo-se a taxa efetiva (i) e captando-se os riscos associados (θ_1 e θ_2), é possível obter a taxa real (r) de remuneração do capital investido em pavimentos através da seguinte formulação:

$$1 + i = (1 + \theta_1)(1 + \theta_2)(1 + r) \quad (4)$$

Assim, para qualquer um dos casos mostrados na tabela 2, pode-se obter o valor da taxa efetiva de remuneração do capital investido em pavimentos, como mostrado abaixo.

Tabela 3: Taxas Reais de Remuneração do Capital Investido em Pavimentos¹.

X	df/dx	E(df/dx)	r(%aa)
21	4,799	4,5769	311%
20	4,355		
19	3,91	3,4659	211,3%
18	3,466		
17	3,022		
16	2,577	2,3549	111,5%
15	2,133		
14	1,688	1,2439	11,7%
13	1,244		
12	-0,8		

6. Determinação do Risco Máximo Suportado Pela Taxa de Retorno Esperada Pelo Acionista ao Investir em Pavimentos

O procedimento para obter o Risco Máximo Suportado pela Taxa de Retorno (TR) esperada pelo acionista ao investir em pavimentos é definido a partir da taxa efetiva i e da TR, mudado-se a equação (4) para:

$$\left(\frac{1+i}{1+r}\right)100 = (1+\theta_1)(1+\theta_2) \quad (5)$$

Assim, o lado direito da equação deve representar a taxa conjunta de todos os riscos considerados no processo.

7. Considerações Finais

O procedimento indicado é extensível para os demais subsistemas sob gestão das Concessionárias (taludes, pontes, sinalização, etc.), com as respectivas particularidades. Não se ignora que este trabalho possa ter utilidade secundária no contexto Concessão como um Negócio, porém pode auxiliar na delimitação dos riscos de um subsistema importante neste mesmo cenário.

A decisão do investidor externo também pode ser auxiliada se for percebido algum valor agregado ao subsistema pavimento pela gestão da Concessionária e, para o acionista, que não pode se furtar a este investimento, o procedimento poder sinalizar para alguma correção de rota eventualmente necessária.

É fundamental, e por este motivo reiterado, que a Concessionária conheça em profundidade e segurança a sua rede, que disponha de um SGP com modelos confiáveis, que mantenha atualizado este SGP com os serviços efetivamente executados, e que esteja mergulhada nos procedimentos de Controle Tecnológico e/ou de Qualidade para pavimentos.

¹ Dentre os cenários avaliados, o capital mais bem remunerado ao longo do ano k é obtido entre a faixa (20, 21)UM/ano, porque é o que gera, se não estiver disponível neste ano, o maior déficit para o ano $k+1$.

11. Referências Bibliográficas

- Pavesys Engenharia Ltda (2002). **Manual Técnico do Sistema de Gerência de Pavimentos do Consórcio Univias**.
- Rodrigues, R.M. (2000) Performance Prediction Models for Highway and Airport Pavements in Brazil, Research Report FAPESP No.1999/09012-2, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, São Paulo, Brazil.
- AASHTO (1986). *The AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. Federal Highway Administration, Washington, DC.
- Rodrigues, R.M. (2001). "Aperfeiçoamento e Consolidação de Modelos de Previsão de Desempenho para Pavimentos Rodoviários e Aeroportuários com base na Pesquisa LTPP-FHWA". Relatório Final da Pesquisa CNPq N^o 301314/96-9.
- Securato, J.R. (1996). "Decisões Financeiras em Condições de Risco". São Paulo: Atlas, 1996.
- Santos, E.O. (2001). "Administração Financeira da Pequena e Média Empresa". São Paulo: Atlas, 2001.
- Filho, N.C.; Kopittke, B.H.. "Análise de Investimentos".São Paulo: Atlas, 2000.