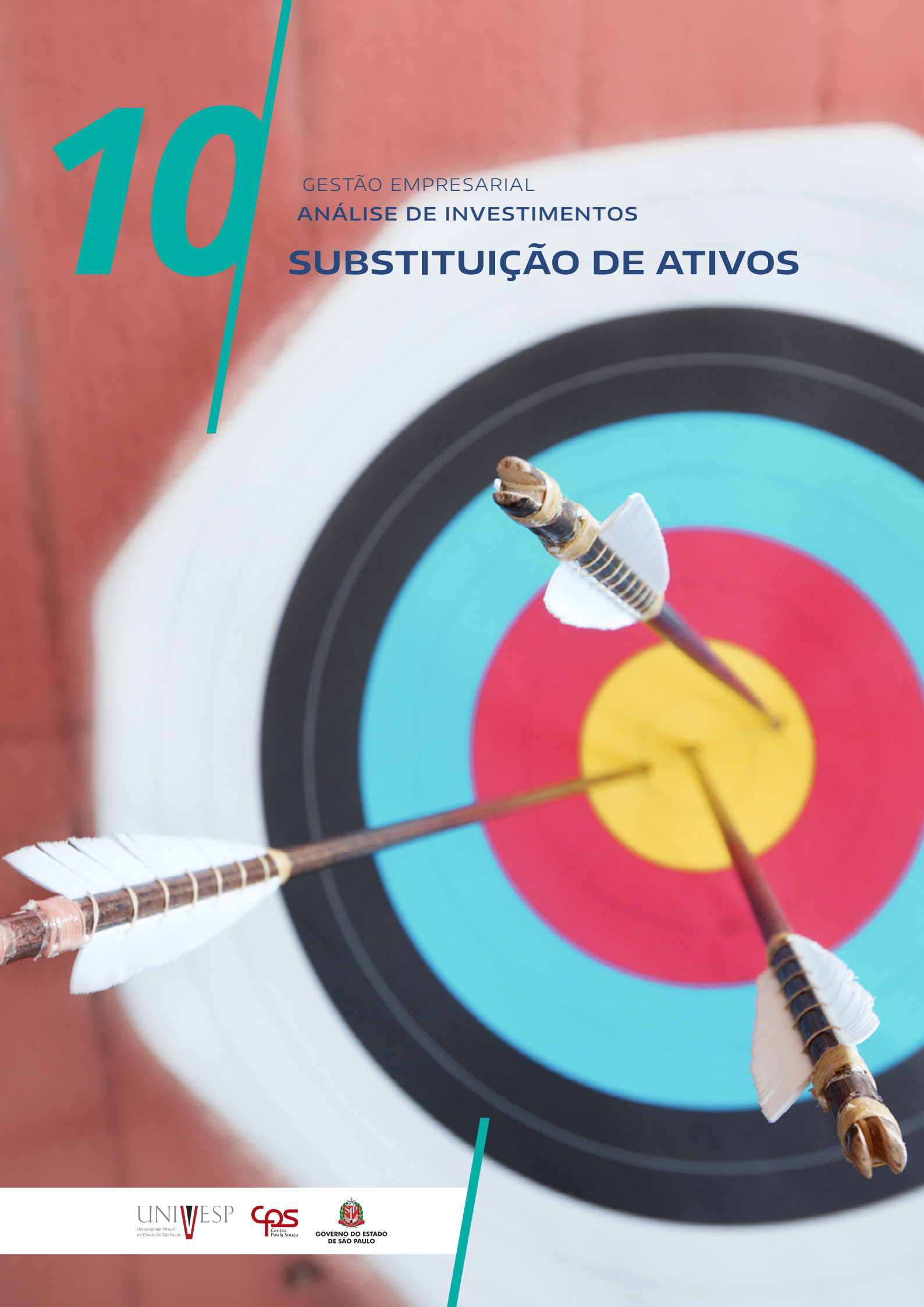


10

GESTÃO EMPRESARIAL
ANÁLISE DE INVESTIMENTOS
SUBSTITUIÇÃO DE ATIVOS



10

ANÁLISE DE INVESTIMENTOS SUBSTITUIÇÃO DE ATIVOS



OBJETIVOS DA UNIDADE DE APRENDIZAGEM

Compreender a metodologia do processo de substituição de ativos.



COMPETÊNCIAS

Desenvolver cálculos de valores anuais entre tecnologias concorrentes.



HABILIDADES

Aplicar técnicas matemáticas no processo de recuperação de investimentos e custos operacionais de ativos.

APRESENTAÇÃO

Máquinas e equipamentos precisam ser substituídos pelo processo de desgaste e obsolescência tecnológica. A análise de viabilidade de investimentos com o uso de técnicas como VPL, TIR não se ajustam bem à essa necessidade devido à multiplicidade de itens produzidos em um ativo específico. Outro aspecto importante é que em muitas situações, um ativo é apenas uma pequena parte de todo o investimento. A finalidade dessa UA é introduzir o conceito do valor anual (VA), com o cálculo da recuperação de capital e custos operacionais para definir o desembolso total a ser gerado com o investimento em um ativo. Com o cálculo do VA também se torna possível comparar o momento adequado de substituir ativos usados por novos.

PARA COMEÇAR

Decisões em análise de investimentos recaem, muitas vezes, sobre a renovação de uma parte dos ativos. Uma máquina, por exemplo, ao se tornar obsoleta precisa ser substituída por uma máquina nova, porém, são necessárias algumas observações sobre a viabilidade dessa substituição. Algumas perguntas precisam ser respondidas antes que uma substituição seja realizada. Essas perguntas visam responder quando um ativo deve ser substituído. Quando os estudos apontam para manter os ativos, os gestores precisam atualizar os estudos a cada ano para identificar o momento adequado para substituição. O objetivo dessa UA é apresentar os procedimentos metodológicos para avaliar o processo de análise e decisão de substituição de ativos.

FUNDAMENTOS

1. INTRODUÇÃO

As máquinas e equipamentos após um determinado tempo de utilização apresentam redução de desempenho pelo desgaste e processo de obsolescência. Normalmente o nível de confiabilidade das máquinas e equipamentos e o nível de produtividade não são as mesmas. A confiabilidade se refere à disponibilidade da máquina ou equipamento quando necessário. A produtividade está relacionada à capacidade da máquina ou equipamento em produzir com determinado nível de qualidade e tempo (quantidade). As mudanças nos níveis de qualidade e produtividade implicam em elevação dos custos de produção devido aos desperdícios de tempo, materiais, retrabalho, atrasos de entregas e problemas de segurança para os funcionários.

Em novas situações em que a empresa precise desenvolver produtos com novos parâmetros de qualidade e custo podem não ser atendidos pelas máquinas e equipamentos em processo de desgaste e obsolescência.

A obsolescência representa o descompasso entre a tecnologia existente na empresa e a tecnologia disponível no mercado. Nesse caso, as duas tecnologias apresentam níveis de desempenho diferenciados de custo e qualidade. Com a velocidade da inovação tecnológica, novas máquinas e equipamentos tornam-se obsoletos mais rapidamente. O intervalo de tempo entre a aquisição e a substituição tem sido cada vez menor reduzindo o prazo para o retorno sobre investimento.

Leland e Tarquin (2008) argumentam que os estudos sobre substituição de ativos utilizam uma terminologia própria e destacam:

1. As tecnologias de estudo se referem à **defensora e desafiante**. O analista busca, ao mesmo tempo, motivações para manter a tecnologia antiga e não investir e justificar o investimento na nova tecnologia;
2. **Valores anuais** são utilizados como as principais medidas econômicas de comparação entre a tecnologia desafiadora e a desafiante. Se o nível de receitas for o mesmo para as duas tecnologias então o custo anual uniforme equivalente pode ser utilizado;
3. A **vida útil econômica** representa o número de anos em que ocorre o menor valor anual dos custos;
4. **Custo de aquisição da defensora** é a quantidade de investimento inicial P utilizada para a defensora. O valor de mercado da tecnologia antiga deve ser levado em consideração para a determinação de preço em bases de comparação com a nova tecnologia. O valor de mercado de uma máquina ou equipamento antigo pode ser obtido com compradores de equipamentos usados ou especialistas de mercado;

5. **Custo de aquisição da desafiante** é o valor desembolsado pela empresa para comprar um equipamento e que precisa ser recuperado. Esse custo de aquisição discutido em nossa UA11;
6. **Custos irrecuperáveis ou irreversíveis (*sunk costs*)** se referem, nesse caso, à perda de capital devido à necessidade de substituição de um equipamento obsoleto, mas que ainda não atingiu o ciclo de vida econômico.

Essas terminologias serão úteis para o desenvolvimento do raciocínio do processo de avaliação da substituição de ativos. Vamos agora desenvolver alguns conceitos e métodos importantes para o processo de avaliação.



ATENÇÃO

Nesta Unidade de Aprendizagem utilizaremos os conceitos já estudados em matemática financeira no que tange o diagrama de fluxo de caixa. Resumindo, todas as saídas de caixa serão representadas pelo sinal negativo e todas as entradas de caixa serão representadas pelo sinal positivo. Portanto, em todas as fórmulas desta Unidade que houver **saída de caixa**, haverá o **sinal negativo**.

1.1. CÁLCULO DO VALOR ANUAL

A avaliação dos investimentos em ativos exige alguns aspectos que já estudamos em nossas UAs anteriores:

1. A determinação do investimento inicial (P) que é o custo de aquisição do equipamento ou máquina. Esse valor representará uma saída de caixa no momento zero;
2. Um valor residual do ativo (R) que significa o valor do ativo no final da sua vida. Normalmente as empresas consideram esse valor igual a zero. Nesse caso nenhum valor será recuperado ao final da vida econômica do ativo. Quando o período de retorno do investimento do ativo for menor que a vida útil do ativo o valor residual será negativo, ou seja, o ativo terá um valor de mercado;
3. Valor anual (A) é o custo operacional anual do ativo. O montante do valor anual compreende tanto a recuperação do capital a uma taxa de desconto e o valor anual equivalente. A equação para cálculo do valor montante é dada por:

$$VA = -RC - A$$

Onde:

VA = Montante do valor atual;

RC = Recuperação do capital (investimento);

A = Custo operacional do ativo.



LEMBRE-SE

Lembrem-se das fórmulas utilizadas em matemática financeira. As fórmulas apresentadas são aplicações das fórmulas de séries de pagamentos estudadas em matemática financeira.

Para cálculo da recuperação do investimento (RC), a seguinte equação é utilizada:

$$RC = - \left[P \left(\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right) - R \left(\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right) \right]$$

Onde:

P = Investimento inicial;

i = Taxa de juros;

n = Período de recuperação de investimento;

R = Valor residual.

EXEMPLO

Uma empresa deseja adquirir um equipamento no valor de \$80.000. Os custos operacionais representam \$9.000 e o valor do equipamento após 8 anos é \$5.000. A taxa de retorno da empresa é de 12% ao ano.

$$RC = - \left[80.000 \left(\frac{0,12(1+0,12)^8}{(1+0,12)^8 - 1} \right) - 5.000 \left(\frac{0,12}{(1+0,12)^8 - 1} \right) \right]$$

$$RC = - (80.000 (0,2113) - 5000 (0,081))$$

$$RC = - (16.104 - 407) = - 15.698$$

Interpretação

O resultado significa que todo ano, durante oito anos, a empresa precisa gerar receita de, no mínimo, 15.698 somente para recuperar o investimento no equipamento mais a taxa esperada de 12%a.a. Nesse caso a RC é um custo anual equivalente. Para calcular o VA temos:

$$VA = -RC - A = -15.698 - 9.000 = \$24.698/ano.$$

O Valor Anual (VA) significa que todos os anos, durante oito anos, a empresa precisa gerar uma receita **(somente para recuperar o investimento com uma taxa de 12% a.a. mais os custos operacionais)** de -\$24.698.



DICA

Vale a pena reforçar que a empresa precisa de \$24.698 apenas para recuperar o investimento no equipamento e os custos de operação.

1.2. VIDA ÚTIL ECONÔMICA

Qualquer ativo possui um ciclo de vida econômico (produtivo). Com o passar dos anos essa vida útil indica que o ativo deve ser substituído para reduzir os custos envolvidos na operação desses ativos (LELAN; e TARQUIN, 2008).

A vida útil econômica, segundo Leland e Tarquin (2008) é o número de anos em que o valor anual uniforme equivalente (VA) dos custos é mínimo, considerando-se as estimativas de custos mais atuais, durante todos os anos em que o ativo possa oferecer o serviço.

Para que um estudo de substituição seja realizado adequadamente a vida econômica das máquinas antigas (defensora) e da nova tecnologia (desafiadora) sejam determinadas.

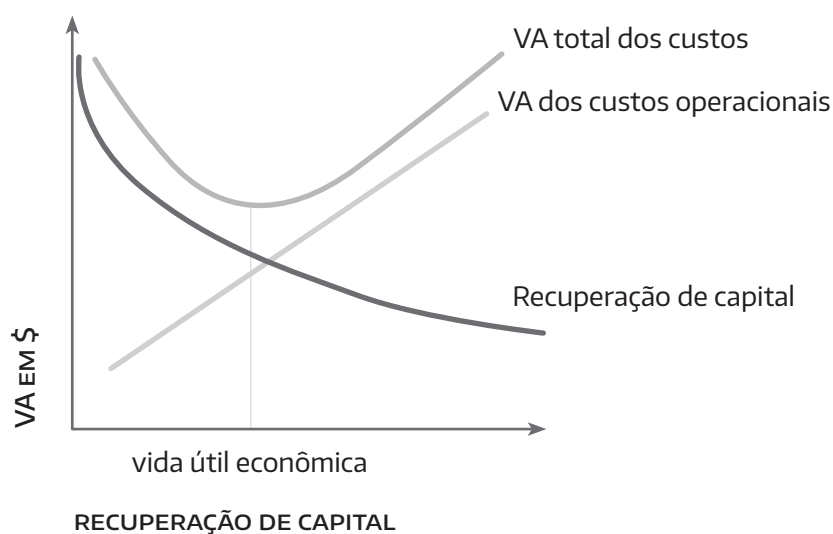
O cálculo da vida útil econômica é determinado pelo VA total dos custos de todos os anos em que ele estará em atividade. O VA total dos custos é a soma da recuperação do capital, que é o VA do investimento inicial e do valor residual (recuperado) e o VA dos custos operacionais totais:

$$VA \text{ total dos custos} = - \text{recuperação de capital} - VA \text{ dos custos oper. totais}$$

A vida útil econômica é representada pelo menor valor do VA total dos custos. Esses valores são representados por números negativos.

O comportamento do VA total dos custos ou VA total depende do comportamento dos custos operacionais e da recuperação de capital.

Figura 1.
Curvas do VA.
Fonte: Adaptado
de Leland e
Tarquin, 2008.



Para Leland e Tarquin (2008), o cálculo dos componentes que compõe o VA possui a seguinte dinâmica:

Custo decrescente de recuperação de capital: a recuperação de capital é o VA do investimento e decresce a cada ano. Valor recuperado S que decresce com o tempo é o valor de mercado estimado a cada ano.

Valor crescente do valor anual VA do custo operacional anual: os ativos, com o passar do tempo, têm os custos operacionais maiores.

Vamos desenvolver mais um exemplo:

EXEMPLO

Imagine que você precise substituir uma máquina antes do fim da vida útil. Você observa que uma nova tecnologia oferece muitos benefícios e então desenvolve interesse estudar uma substituição. A máquina tem apenas três anos de uso. Você consulta alguns compradores de máquinas usadas e o melhor preço é de \$13.000. Se você esperar mais cinco anos para atingir a vida econômica do bem os valores de mercado serão os seguintes:

- Hoje: \$13.000;
- Ano 1: \$9.000;
- Ano 2: \$8.000;
- Ano 3: \$6.000;
- Ano 4: \$2.000;
- Ano 5: \$0.

À medida que o valor da máquina no mercado de usado começa a cair pela obsolescência, os custos operacionais tendem a subir pelo aumento da manutenção. A projeção dos custos operacionais são os seguintes:

- Ano 1: \$2.500;
- Ano 2: \$2.700;
- Ano 3: \$3.000;
- Ano 4: \$3.500;
- Ano 5: \$4.500.

A empresa deseja avaliar a vida útil econômica da tecnologia atual com uma taxa de juros de 10% ao ano.

Vamos desenvolver o cálculo ano por ano para obtermos o resultado.

→ **Cálculo do ano 1**

1º passo: Cálculo da Recuperação de capital para o ano 1

Valor do ativo hoje: \$13.000;

Valor do ativo no final de 1 ano: \$9.000;

Custo operacional de 1 ano: \$2.500.

$$RC_1 = \text{investimento inicial} - \text{residual}$$

$$-13.000 \left(\frac{0,10 (1 + 0,10)^1}{(1 + 0,10)^1 - 1} \right) + 9.000 \left(\frac{0,10}{(1 + 0,10)^1 - 1} \right) = -\$5.300$$

2º passo: Cálculo do valor presente do custo operacional do ano 1

$$\text{Custo Operacional}_1 = 2.500 \text{ (esse valor já é o valor futuro do ano 1)}$$

3º Passo: Cálculo do VA (valor anual) do ano 1

$$VA_1 = -RC - A$$

$$VA_1 = -5.300 - 2.500 = -\$7.800$$

→ **Cálculo para ano 2**

1º passo : Cálculo da Recuperação de capital para o ano 2

Valor do ativo hoje: \$13.000;

Valor do ativo no final de 2 anos: \$8.000;

Custo operacional para o 2º ano: \$2.700.

$$RC_2 = \text{investimento inicial} - \text{residual}$$

$$-13.000 \left(\frac{0,10 (1 + 0,10)^2}{(1 + 0,10)^2 - 1} \right) + 8.000 \left(\frac{0,10}{(1 + 0,10)^2 - 1} \right) = -\$3.681$$

2º passo: Cálculo do valor presente do custo operacional do ano 2

$$\begin{aligned} \text{Custo Operacional}_2 &= \left(\frac{2.500}{(1 + 0,10)^1} + \frac{2.700}{(1 + 0,10)^2} \right) \left(\frac{0,10 (1 + 0,10)^2}{(1 + 0,10)^2 - 1} \right) \\ &= 2.595 \end{aligned}$$

3º Passo: Cálculo do VA (valor anual) do ano 2

$$VA_2 = -RC - A$$

$$VA_2 = -3.681 - 2.595 = \$6.276$$

→ **Cálculo para ano 3**

1º passo : Cálculo da Recuperação de capital para o ano 3

Valor do ativo hoje: \$13.000;

Valor do ativo no final de 3 anos: \$6.000;

Custo operacional para o 3º ano: \$3.000.

$$RC_3 = \text{investimento inicial} - \text{residual}$$

$$-13.000 \left(\frac{0,10 (1 + 0,10)^3}{(1 + 0,10)^3 - 1} \right) + 6.000 \left(\frac{0,10}{(1 + 0,10)^3 - 1} \right) = -\$3.415$$

2º passo: Cálculo do valor presente do custo operacional do ano 3

$$\begin{aligned} \text{Custo Operacional}_3 &= \left(\frac{2.500}{(1+0,10)^1} + \frac{2.700}{(1+0,10)^2} + \frac{3.000}{(1+0,10)^3} \right) \left(\frac{0,10(1+0,10)^3}{(1+0,10)^3-1} \right) \\ &= 2.718 \end{aligned}$$

3º Passo: Cálculo do VA (valor anual) do ano 3

$$VA_3 = -RC - A$$

$$VA_3 = -3.415 - 2.718 = \$6.133$$

→ Cálculo para ano 4

1º passo : Cálculo da Recuperação de capital para o ano 4

Valor do ativo hoje: \$13.000;

Valor do ativo no final de 4 anos: \$2.000;

Custo operacional para o 4º ano: \$3.500.

$$RC_4 = \text{investimento inicial} - \text{residual}$$

$$-13.000 \left(\frac{0,10(1+0,10)^4}{(1+0,10)^4-1} \right) + 2.000 \left(\frac{0,10}{(1+0,10)^4-1} \right) = -\$3.671$$

2º passo: Cálculo do valor presente do custo operacional do ano 4

$$\begin{aligned} \text{Custo Operacional}_4 &= \left(\frac{2.500}{(1+0,10)^1} + \frac{2.700}{(1+0,10)^2} + \frac{3.000}{(1+0,10)^3} + \frac{3.500}{(1+0,10)^4} \right) \times \\ &\quad \left(\frac{0,10(1+0,10)^4}{(1+0,10)^4-1} \right) = 2.886 \end{aligned}$$

3º Passo: Cálculo do VA (valor anual) do ano 4

$$VA_4 = -RC - A$$

$$VA_4 = -3.671 - 2.886 = \$6.556$$

→ **Cálculo para ano 5**

1º passo : Cálculo da Recuperação de capital para o ano 5

Valor do ativo hoje: \$13.000;

Valor do ativo no final de 5 anos: \$0;

Custo operacional para o 5º ano: \$4.500.

$$RC_5 = \text{investimento inicial} - \text{residual}$$

$$-13.000 \left(\frac{0,10 (1 + 0,10)^5}{(1 + 0,10)^5 - 1} \right) + 0 \left(\frac{0,10}{(1 + 0,10)^5 - 1} \right) = -\$3.429$$

2º passo: Cálculo do valor presente do custo operacional do ano 5

*Custo Operacional*₅ =

$$\left(\frac{2.500}{(1 + 0,10)^1} + \frac{2.700}{(1 + 0,10)^2} + \frac{3.000}{(1 + 0,10)^3} + \frac{3.500}{(1 + 0,10)^4} + \frac{3.500}{(1 + 0,10)^5} \right) \times$$

$$\left(\frac{0,10 (1 + 0,10)^5}{(1 + 0,10)^5 - 1} \right) = 3.150$$

3º Passo: Cálculo do VA (valor anual) do ano 5

$$VA_5 = -RC - A$$

$$VA_5 = -3.429 - 3.150 = \$6.580$$

Tabela 1. Síntese do cálculo do VA total.
Fonte: Adaptado de Leland e Tarquin, 2008.

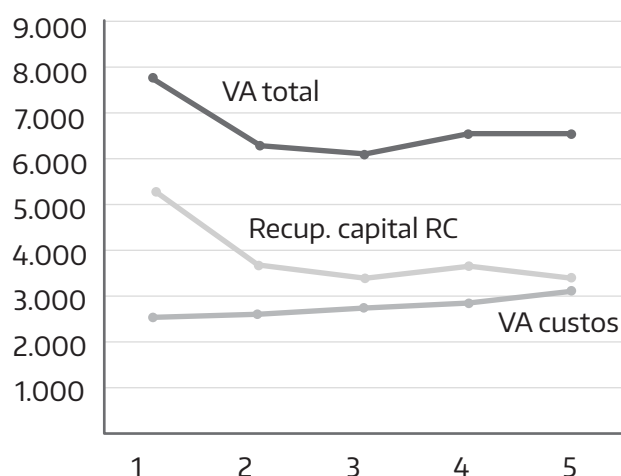
SÍNTESE DOS RESULTADOS					
ANO	VALOR DE MERCADO	CUSTOS OPER.	RECUP. CAPITAL RC	VA CUSTOS	VA TOTAL
1	9.000	2.500	5.300	2.500	7.800
2	8.000	2.700	3.681	2.595	6.276
3	6.000	3.000	3.415	2.718	6.132
4	2.000	3.500	3.670	2.886	6.556
5	-	4.500	3.429	3.150	6.580

Interpretação:

1. Se a empresa decidir se desfazer do ativo hoje, a recuperação do capital é de \$13.000. Esse é o valor de mercado da máquina hoje;
2. Com o passar do tempo, o valor de mercado da máquina cai devido à desvalorização natural em função do uso e do processo de obsolescência;
3. O uso constante da máquina eleva os custos operacionais em função da manutenção e perdas de desempenho;
4. A desvalorização da máquina e a elevação dos custos através do tempo tem impacto no VA total. Observe que o menor VA ocorre no ano 3 (destacado na Tabela 1). Esse valor que deve ser comparado com uma nova tecnologia para substituição.

A figura 2 apresenta o comportamento comparativo entre a recuperação de capital, VA dos custos operacionais e o VA total.

Figura 2.
Desempenho
do VA total.
Fonte: Adaptado
de Leland e
Tarquin, 2008.



Com esses procedimentos de cálculo, podemos agora desenvolver um estudo sobre uma substituição entre duas tecnologias.

A nova tecnologia, desafiante, na terminologia definida por Leland e Tarquin (2008), possui as seguintes características:

- **Investimento inicial:** \$50.000;
- **Valores residuais ou de mercado:** a máquina deprecia 20% ao ano;
- **Estimativa de vida para a tecnologia:** 5 anos no máximo;
- **Estimativas dos custos operacionais:** \$ 5.000 no ano 1 com incrementos de \$2.000 por ano.

A tecnologia atual, defensora, possui a seguinte situação:

- **Valor de mercado hoje:** \$15.000;
- **Valores residuais ou de mercado:** depreciação de 20% ao ano;
- **Estimativa de vida:** três anos no máximo;
- **Custos operacionais estimados:** \$4.000 para o próximo ano, com incrementos de \$4.000 a cada ano. A máquina precisa de uma manutenção de \$16.000 no ano para continuar operando pelos próximos 3 anos.

As Tabelas 2 e 3 apresentam os três passos que desenvolvemos para calcular a recuperação de capital, VA dos custos e VA total da tecnologia nova e atual.

Tabela 2. Cálculo do VA total para nova tecnologia.
Fonte: Adaptado de Leland e Tarquin, 2008.

ANO	VALOR DE MERCADO	CUSTOS OPER.	RECUP CAPITAL RC	VA CUSTOS	VA TOTAL
-	50.000				
1	40.000	5.000	(15.000)	(5.000)	(20.000)
2	32.000	7.000	(13.571)	(5.952)	(19.524)
3	25.600	9.000	(12.372)	(6.873)	(19.245)
4	20.480	11.000	(11.361)	(7.762)	(19.123)
5	16.384	13.000	(10.506)	(8.620)	(19.126)

Tabela 3. Cálculo do VA total para tecnologia antiga.
Fonte: Adaptado de Leland e Tarquin, 2008.

ANO	VALOR DE MERCADO	CUSTOS OPER.	RECUP CAPITAL RC	VA CUSTOS	VA TOTAL
-	15.000				
1	12.000	20.000	(4.500)	(20.000)	(24.500)
2	9.600	8.000	(4.071)	(14.286)	(18.357)
3	7.680	12.000	(3.711)	(13.595)	(17.307)

As tabelas indicam que a vida útil econômica dos ativos é a seguinte:

Nova tecnologia: VA = 19.123 no quarto ano (menor valor);

Tecnologia antiga: VA = 17.307 no terceiro ano (menor valor).

Nesse caso a tecnologia atual (defensora) deve ser mantida, pois apresenta um menor custo no mesmo período.

O estudo sobre o processo de substituição de ativos deve ser feito com bastante atenção pelos analistas e gestores. As estimativas de custos operacionais e valores de mercado precisam ser coerentes com a realidade da empresa. Ativos em fase de recuperação de investimentos que se tornam obsoletos sempre produzem dúvidas quanto ao momento adequado de serem substituídos. No caso apresentado, mesmo com a necessidade de uma atualização, a tecnologia antiga ainda se faz economicamente atraente até o terceiro ano. Nesse caso a empresa pode esperar para efetuar a substituição. Recomendamos que você construa as seguintes alternativas:

- Não fazer nada e deixar a tecnologia como está;
- Promover uma atualização tecnológica nos ativos existentes (*retrofitting*);
- Adquirir um novo equipamento.

Essas três opções podem ter os VAs calculados e analisados com o objetivo das decisões sobre investimentos serem racionais.



ANTENA PARABÓLICA

Silva e Santiago (2006) publicaram um artigo no XXVI Encontro Nacional da Engenharia de Produção (ENEGEP) sobre a análise da viabilidade da substituição de equipamentos sob incerteza. O artigo pode ser obtido no endereço: www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_tr510344_7705.pdf.

O artigo discute a metodologia de substituição de ativos em uma empresa do setor de mineração. Acesse o arquivo, faça uma leitura e resenha e compartilhe com os demais alunos no portal Univesp.



E AGORA, JOSÉ?

A análise da substituição de ativos deve ser um processo muito bem gerenciado dentro da empresa. Embora novas tecnologias apareçam com frequência para as empresas, a decisão de substituição deve ser amparada por avaliação financeira. Alertamos apenas que você tome essa decisão com uma equipe com uma forte visão de mercado. Em alguns momentos, a substituição de ativos pode ser justificada por outras variáveis como exigências dos clientes, potencial de acidentes de trabalho. Nesse caso, se esforce para quantificar esses riscos e inserir nos custos operacionais. Na próxima UA vamos oferecer uma visão complementar sobre a análise do ponto de equilíbrio em projetos. Você também poderá analisar o ponto de equilíbrio no processo de substituição de ativos.

REFERÊNCIAS

- NETO, A. **Curso de Administração Financeira**, São Paulo, Atlas, 2011.
- BREALEY, M. A. **Princípios de Finanças Corporativa**. Madrid: Mcgraw-Hill, 2008.
- HOJI, M. **Administração Financeira e Orçamentária**. São Paulo: Atlas, 2009.
- SAMANEZ, C. P. **Engenharia Econômica**. São Paulo: Pearson, 2009.
- DAMODARAN, A. **Gestão Estratégica do Risco**. Bookman, 2009.
- TITMAN, S.; MARTIN, J. D. **Avaliação de Projetos de Investimentos**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2010.
- BLANK, L.; TARQUIN, A. **Engenharia Econômica**. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.