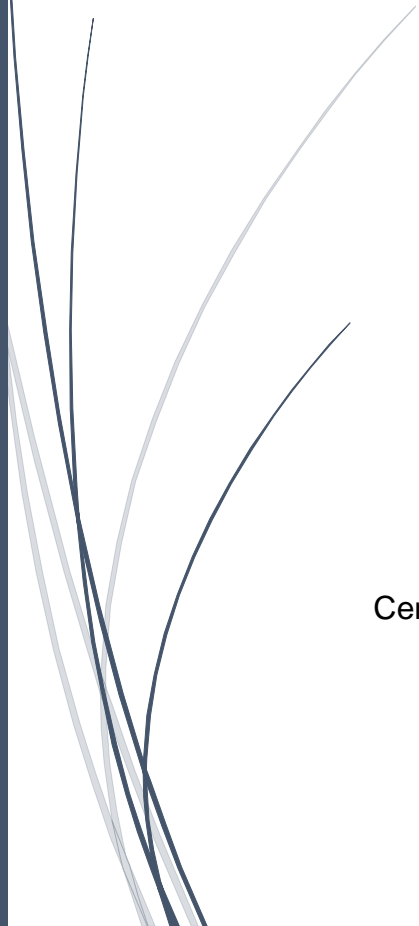


# Os fundamentos do Prazo de Retorno e da Engenharia Econômica aplicados ao Projeto



2022



Prof. Luiz Roberto Vannucci  
Departamento de Edifícios  
Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC/SP  
Comissão Permanente de Jornada Integral – CPRJI  
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza - CPS

Aos meus alunos,  
fonte eterna de motivação e inspiração.

## Resumo

Os fundamentos do Prazo de Retorno e da Engenharia Econômica aplicados ao Projeto

A viabilidade de um empreendimento específico pode ser analisada por vários métodos desenvolvidos pela Engenharia Econômica, dentre eles, o Método do Prazo de Retorno, que se torna um importante indicador para tomada de decisão segura em vários aspectos.

Com relação ao Prazo de Retorno, duas vertentes são desenvolvidas no estudo. Uma mais financeira onde se estudam as questões com maior abrangência matemática, com aplicações envolvidas no decorrer de um projeto e outra com funções mais avançadas, com conceitos extraídos da Engenharia Econômica.

A princípio, foram desenvolvidos a parte conceitual e matemática dos cálculos e análises aplicados ao estudo, apresentando na sequência algumas ferramentas como calculadora financeira HP 12C, tabela de fatores financeiros e a criação de planilhas informatizadas e personalizadas, com base nas funções pré-programadas do EXCEL para aplicação rápida e segura.

Para a análise mais criteriosa quanto aos resultados da viabilidade econômica que se pretende alcançar por meio do Prazo de Retorno, trabalhou-se a análise de sensibilidade associada a construção de cenários.

Com relação à construção civil, desenvolveu-se um modelo de análise do ponto de equilíbrio econômico de um projeto residencial, considerando-se a expectativa de retorno em termos de taxa percentual periódica, com base no seu orçamento, planejamento e cronograma físico/financeiro, por meio de planilha eletrônica Excel especialmente criada para facilitar o cálculo e a análise.

## Summary

The fundamentals of Payback Period and Economic Engineering applied to the Project

The feasibility of a specific project can be analyzed by several methods developed by Economic Engineering, among them, the Payback Method, which becomes an important indicator for safe decision-making in several aspects.

With regard to the return period, two aspects are developed in the study. A more financial one, where issues with greater mathematical scope are studied, with applications involved in the course of a project, and another with more advanced functions, with concepts extracted from Economic Engineering.

At first, the conceptual and mathematical part of the calculations and analyzes applied to the study were developed, followed by some tools such as the HP 12C financial calculator, the table of financial factors and the creation of computerized and personalized spreadsheets, based on the pre-programmed functions of the EXCEL for fast and safe application.

For a more thorough analysis of the results of economic viability that one intends to achieve through the Return Period, the sensitivity analysis associated with the construction of scenarios was worked on.

With regard to civil construction, a model was developed to analyze the economic equilibrium point of a residential project, considering the expected return in terms of periodic percentage rate, based on its budget, planning and physical/financial schedule, through an Excel spreadsheet specially created to facilitate calculation and analysis.

## SUMÁRIO

Preâmbulo.....pg 1

### Capítulo 1

O Prazo de Retorno analisado na relação entre um valor no Presente e um valor no Futuro – (n-P/F) .....pg 6

### Capítulo 2

O Prazo de Retorno analisado na relação entre um valor no Presente e um Montante Periódico com incidência nos finais dos períodos de capitalização – (n-P/M) .....pg 12

### Capítulo 3

O Prazo de Retorno analisado na relação entre um valor no Futuro e um Montante Periódico – (n-F/M) .....pg 17

### Capítulo 4

O Prazo de Retorno analisado na relação entre um valor no Presente e um Montante Periódico com incidência nos inícios dos períodos de capitalização – (n-P/Mc) .....pg 22

### Capítulo 5

O Prazo de Retorno analisado na relação entre um valor no Futuro e um Montante Periódico com incidência nos inícios dos períodos de capitalização – (n-F/Mc) .....pg 27

### Capítulo 6

O Prazo de Retorno analisado na relação entre um valor no Presente e Montante Desiguais – (n-P/Md) .....pg 31

## Capítulo 7

Os princípios da Engenharia Econômica aplicados ao Prazo de Retorno para estudo da Viabilidade de Projetos .....pg 39

## Capítulo 8

Os fundamentos da Análise de Sensibilidade aplicados ao Prazo de Retorno para estudo da Viabilidade de Projetos .....pg 48

## Capítulo 9

A aplicação da Análise de Sensibilidade para o cálculo do retorno em empreendimento com prazo indeterminado .....pg 57

## Capítulo 10

Os conceitos do Prazo de Retorno associados à Análise de Sensibilidade aplicados em um projeto de Construção Civil .....pg 70

## Capítulo 11

Os conceitos do Prazo de Retorno de um projeto de Construção Civil e a Taxa Interna de Retorno .....pg 87

Bibliografia .....pg 93

## **PREÂMBULO**

### Os fundamentos do Prazo de Retorno e da Engenharia Econômica aplicados ao Projeto

Um projeto de investimento, quer seja em um setor produtivo, em uma expansão ou modernização ou mesmo em uma simples aplicação financeira, somente se justifica quando se espera retorno futuro que atenda a expectativa desejada.

A Engenharia Econômica, em seus princípios, analisa a viabilidade de um projeto por meio de métodos quantitativos, como Valor Presente Líquido e Prazo de Retorno entre outros, subsidiando a decisão do gestor.

O presente trabalho visa o desenvolvimento do Método do Prazo de Retorno, também conhecido como Tempo de Recuperação do Investimento e como Pay-back, traduzindo várias situações de estudo do retorno de investimentos, desde os mais simples até a análise mais avançadas da viabilidade de projetos.

Segundo Megliorini (2018 – Capítulo 9), em geral os gestores têm interesse em conhecer se os valores investidos em um projeto poderão ser recuperados, bem como, o tempo necessário para isso. Com o método *pay-back*, ou prazo de retorno, permite-se determinar o tempo decorrido para que os fluxos de caixa se igualem ao investimento inicial, considerando o valor do dinheiro no tempo, quando o procedimento utilizado for por meio do *pay-back* descontado.

Segundo Hirschfeld (2000 – Capítulo 5), a viabilidade financeira de um empreendimento é examinada dentro de um prazo de interesse no qual desejamos saber se o esforço produtivo a ser realizado vale mais do que a simples aplicação dos valores envolvidos a taxas mínimas de atratividade.

Para se alcançar o sucesso de um projeto é indispensável que se realize, ainda na fase do seu planejamento, a análise de viabilidade com base em cenários futuros construídos a partir da análise de sensibilidade, visando resultados mais seguros para uma tomada de decisão.

Para TORRES (2014 – Capítulo 6), uma extensão da análise de sensibilidade, para contornar a dificuldade em variar mais de um fator de cada vez, é a construção de cenários. Um cenário é um conjunto de valores das variáveis que modela uma situação particular.

A viabilidade de um empreendimento específico pode ser analisada por vários métodos, principalmente por aqueles desenvolvidos pela Engenharia Econômica, dentre eles, o Método do Prazo de Retorno, que se pode tornar um importante indicador para uma tomada de decisão segura em vários aspectos.

Segundo Silva (2010 – Capítulo 10), a Avaliação econômica de projetos consiste em um conjunto de metodologias visando analisar, de forma quantitativa, a melhor decisão do ponto de vista econômico, visando maximizar o valor agregado e o retorno do capital para o investidor.

Também conhecido como Prazo de Recuperação de um Investimento, o Método do Prazo de Retorno calcula o tempo necessário para que a somatória dos valores investidos se iguale com os valores retornados, encontrando-se aí o ponto de equilíbrio, evidentemente analisado dentro de um contexto próprio.

Branco (2011 – Capítulo 5), salienta que o Prazo de Retorno, também conhecido como Payback, pode ser entendido como o tempo exato de retorno necessário para se recuperar um investimento inicial. Como critério de decisão, afirma o autor, que todo projeto deve ter um prazo limite para retornar os investimentos.

Esse projeto desenvolve, com base nos princípios da Engenharia Econômica, um trabalho especialmente voltado a prazos de retorno, com estudos que ofereçam a determinados investimentos, com ênfase na construção civil, procedimentos de cálculos e análises com cenários criados a partir de características próprias, que possam oferecer meios que traduzam maior confiança em se atingir resultados futuros mais próximos aos esperados.

Nesse estudo foi considerado apenas o Método do Prazo de Retorno Descontado, onde se procura o número de períodos de capitalização necessário para que os valores retornados, descontados a taxa de expectativa, se igualem ao valor do investimento.



Não será considerado o cálculo executado por meio do Prazo de Retorno Simples, por desconsiderar a taxa de recuperação do capital investido, que de certa forma, contraria os princípios que norteiam a Engenharia Econômica.

Segundo Silva (2010 – Capítulo 10), o payback descontado busca eliminar uma das desvantagens do payback nominal: a não consideração do valor do dinheiro no tempo. O payback descontado é calculado de forma similar ao payback nominal, mas calcula-se o tempo de retorno do capital investido a partir do valor presente dos fluxos de caixa (considerando o custo de capital).

Em todo o trabalho foi desenvolvido para cada cálculo ou método, primeiramente a parte conceitual e matemática e apresentado posteriormente algumas ferramentas como calculadora financeira HP 12C, tabela de fatores financeiros e planilhas informatizadas e personalizadas, com base nas funções pré-programadas do EXCEL para aplicação rápida e segura para os respectivos cálculos e análises.

Para Bueno, Rangel e Santos (2011 – Capítulo 1), a calculadora HP 12C tornou-se uma máquina padrão em termos de mercado financeiro.

Segundo Branco (2010 – Apêndice), as funções financeiras do Microsoft Excel é uma ferramenta muito utilizada para efetuar cálculos financeiros. As tabelas financeiras servem para auxiliar os cálculos sem o uso da calculadora financeira ou de planilha eletrônica.

Ao trabalhar o tema observou-se duas fases com relação ao estudo do Prazo de Retorno. Uma mais financeira onde se estudam as questões com mais abrangência matemática, com aplicações em negociações envolvidas no decorrer de um projeto e outra mais complexa, com análises de viabilidade econômica do próprio projeto, com conceitos extraídos da Engenharia Econômica.

As duas vertentes são desenvolvidas no estudo em pauta. Nos primeiros capítulos são trabalhadas as funções mais financeiras que inclusive subsidiam os demais. Nos capítulos mais a frente, são trabalhadas as funções mais avançadas em conjunto com a análise de sensibilidade e quadro de cenários, dando-se ênfase a um estudo da área de construção civil.

## **A quem se destina**

Aos estudantes e profissionais das mais diversas áreas, que têm interesse no aprendizado e aplicação do Prazo de Retorno utilizado para tomada de decisão de projetos de investimento fundamentados nos princípios da Engenharia Econômica.

## **Ferramentas de Cálculos e Análises**

Apresentamos algumas ferramentas para a realização dos cálculos e análises.

### **1. Planilhas para Cálculos e Análises do Prazo de Retorno**

Desenvolvido em planilha eletrônica por meio de funções pré-programadas do aplicativo EXCEL, possibilita o cálculo e a análise da viabilidade de forma rápida e segura, com uma metodologia adequada aos nossos objetivos.

Não é necessário para a sua utilização o conhecimento da planilha eletrônica. Os cálculos e análises apresentam-se prontos para o uso.

### **2. Tabela de Fatores Financeiros**

Desenvolvida com o auxílio da planilha eletrônica Excel, poderão ser criadas várias tabelas de forma rápida e segura, que facilitarão os cálculos quando não se dispõe de um meio mais eficaz.

### 3. Calculadora HP12C

Embora não se apresente no anexo a calculadora financeira HP12C, utilizada no desenvolvimento desse estudo, para quem não a dispõe, encontram-se disponíveis na internet alguns emuladores que a projetam na tela do computador, tornando perfeitamente possíveis as suas operações (<http://epx.com.br/ctb/hp12c.php>).

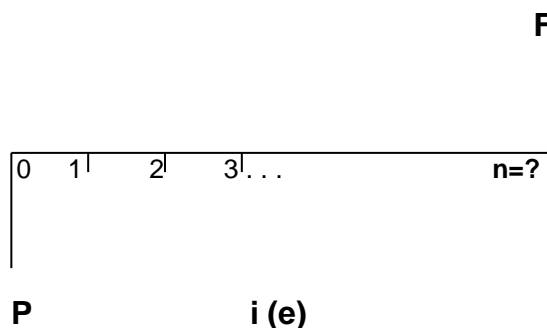
A Planilha para Cálculos e Análises e Tabela de Fatores Financeiros estão disponibilizadas em: <https://fatecspdeptoedific.wixsite.com/depto-edificios/relat%C3%B3riosfundamentosdoprazoderetornoedaengenhariaecon%C3%B4micosaplicados>

## CAPÍTULO 1

### O Prazo de Retorno analisado na relação entre um valor no Presente e um valor no Futuro – (n-P/F)

Esta análise é realizada em função do cálculo envolvendo um valor monetário de investimento e um único valor esperado como retorno.

Poderíamos representar graficamente esse movimento financeiro, da seguinte forma:



Onde:

**P** representa o valor investido,

**F** o valor de retorno,

**i** a taxa de juros e

**n** o número de períodos de capitalização.

Na Matemática Financeira, dentro do sistema de capitalização composto, podemos aplicar a fórmula

$$F = P (1 + i)^n$$

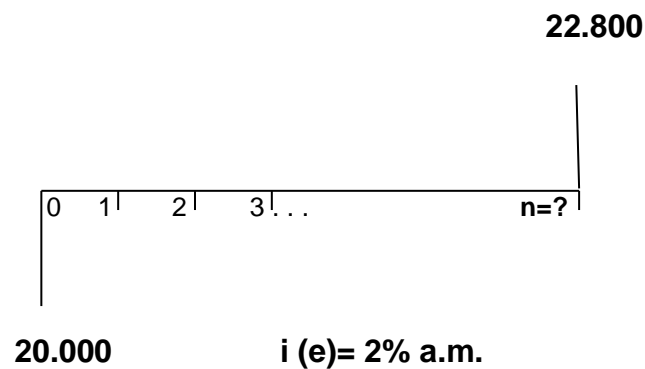
Trabalhando-se a fórmula para o cálculo de n, temos:

$$(1 + i)^n = \frac{F}{P} \implies n \times \log (1 + i) = \log \frac{F}{P}$$

$$n = \frac{\log \left[ \frac{F}{P} \right]}{\log (1 + i)}$$

Façamos a simulação de um investimento de R\$ 20.000,00 no instante Presente, com expectativa de remuneração de capital de 2% ao mês e retorno em um único valor de R\$ 23.000,00.

Qual seria o prazo de retorno para se tenha a viabilidade?



$$n = \frac{\log \left[ \frac{22.800}{20.000} \right]}{\log (1 + 0,02)}$$

$$n = \frac{\log (1,14)}{\log (1,02)} \quad \Rightarrow \quad n = \frac{0,056905}{0,00860} \quad \Rightarrow \quad n = 6,61$$

Considerando-se o período de capitalização completo, temos: **n = 7 meses.**

Portanto o investimento apresenta-se viável a partir do **7º mês.**

## Outras formas de cálculos a partir da formulação matemática

A partir da formulação matemática, para agilizarmos o cálculo e consequentemente a análise da viabilidade do retorno de um investimento dentro dos princípios da Engenharia Econômica, com o propósito de oferecer ao gestor do projeto maior rapidez e segurança em suas decisões, desenvolvemos alguns procedimentos como se expõe a seguir.

### O Cálculo do Prazo de Retorno na relação Presente e Futuro realizado por meio da calculadora financeira HP12C (n-P/F)

A calculadora financeira HP12C apresenta a função específica  $n$ , que calcula o Prazo de Retorno, em função de  $P$ ,  $F$  e  $i$ .



Para o cálculo em questão, temos:



Em seguida, informam-se os dados ( $PV$ ,  $F$  e  $i$ ) em qualquer ordem, observando-se a convenção de sinais da calculadora e pressiona-se a tecla  $n$ , que é a tecla utilizada para a função do período.

n	i	PV	PMT	FV
↑	↑	↑		↑
Pressionar	2	20000 CHS		22800

Como resultado da operação, obteve-se: 7

Portanto: **n = 7 meses.**

Portanto o investimento apresenta-se viável a partir do **7º mês.**

NOTA:

A calculadora HP12C, com relação ao resultado de n, fornece um número inteiro.

### **O Cálculo do Prazo de Retorno na relação Presente e Futuro realizado por meio da Planilha Eletrônica Excel (n-P/F)**

A planilha eletrônica Excel apresenta uma função pré-programada denominada **NPER**, acessada através o assistente de função **fx**, na categoria **financeira** transcrita da seguinte forma:

**=NPER ( taxa ; pgto ; vp ; vf ; tipo )**

Onde:

**NPER:** número de períodos de capitalização

**TAXA:** taxa percentual de juros por período de capitalização

**vp:** valor investido no instante inicial (presente)

**vf:** parcela única de um pagamento ou um retorno

pgto e tipo: estas funções não se aplicam a este cálculo.

Com base nesta função pré-programada e com o objetivo de se conseguir ainda mais agilidade e praticidade, criamos uma página personalizada para o cálculo e análise do **n**, para retorno com valor em parcela única.

Esta planilha encontra-se anexa com o título “Programa para Cálculos e Análises do Prazo de Retorno”.

Para os dados em questão, utilizando-se o Programa para o cálculo de  $n - P, F$ , temos:

<u>CÁLCULO DO PRAZO DE RETORNO ---- <math>n = ?</math></u>		
<u>em função de <math>P, F, i</math></u>		
Presente:	$P =$	20.000,00
Montante periódico:	$F =$	22.800,00
Taxa percentual:	$i =$	2 % a.p.
Tempo de retorno	$n =$	6,6 períodos

Representação do fluxo de caixa

Obedecendo-se o conceito de período de capitalização, com o período já tendo alcançado o retorno, temos:  **$n = 7$  meses.**

Portanto o investimento apresenta-se viável a partir do **7º mês.**

### **O Cálculo do Prazo de Retorno na relação Presente e Futuro realizado por meio de Fatores Financeiros ( $n-P/F$ )**

Com base na formulação matemática poderemos simplificar o cálculo com auxílio tabelas de fatores financeiros criados especialmente para essa finalidade.

Em anexo disponibiliza-se uma Tabela de Fatores Financeiros, desenvolvida em planilha eletrônica Excel, contendo várias colunas que representam situações específicas para cálculos.

Para esse tipo de cálculo, onde se trabalha a relação de  $P$  com  $F$ , utilizaremos a coluna  $F/P$ .



Para o cálculo em questão, temos:

$$F = P ( F/P,i,n) \implies 22.800 = 20.000 (F/P,2\%,n) \implies (F/P,2\%,n) = 1,14$$

O cálculo de n é realizado com base em procura na tabela financeira de 2% por um fator de valor 1,14 combinado com a coluna F/P.

Assim, consultando as tabelas anexas, temos:

$$(F/P, 2\%, 6) = 1,126162$$

$$(F/P, 2\%, 7) = 1,148686$$

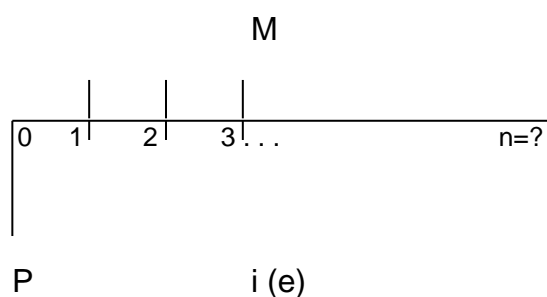
Portanto, obedecendo-se o conceito de período de capitalização, com o período já tendo alcançado o retorno, temos:

$$\mathbf{n = 7 \text{ meses.}}$$

## CAPÍTULO 2

### O Prazo de Retorno analisado na relação entre um valor no Presente e um Montante Periódico com incidência nos finais dos períodos de capitalização – (n-P/M)

Na relação de valores envolvendo um único valor de investimento no presente (P) e o seu respectivo retorno em Montante Periódico (M) incidindo nos finais dos períodos de capitalização, a análise é realizada com base na relação expressa como segue.



A matemática financeira, para essa relação (P com M) trabalha com a fórmula:

$$P = M \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n \times i}$$

Também para essa relação matemática é necessário que se calcule por meio de logaritmo.

Trabalhando-se a fórmula para o cálculo de n, temos:

$$\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n \times i} = \frac{P}{M} \quad \Rightarrow \quad M \times (1+i)^n - M = P \times (1+i)^n \times i$$

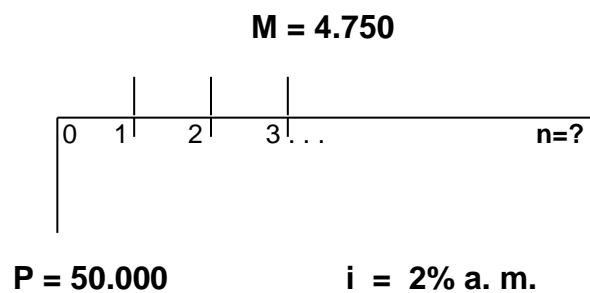
$$M \times (1+i)^n - P \times (1+i)^n \times i = M \quad \Rightarrow \quad (1+i)^n \times (M - P \times i) = M$$

$$(1 + i)^n = \frac{M}{(M - P \times i)} \implies n \times \log(1 + i) = \log \frac{M}{(M - P \times i)}$$

$$n = \frac{\log \left[ \frac{M}{(M - (P \times i))} \right]}{\log(1 + i)}$$

Para exemplificarmos, vamos simular um investimento de R\$ 50.000,00 no instante Presente, com expectativa de remuneração de capital de 2% ao mês e retorno em parcelas iguais e sucessivas de R\$ 4.750,00 mensalmente.

Qual seria o tempo de retorno?



$$n = \frac{\log \left[ \frac{M}{(M - P \times i)} \right]}{\log(1 + i)} \implies n = \frac{\log \frac{4.750}{4.750 - 50.000 \times 0,02}}{\log(1 + 0,02)}$$

$$n = \frac{\log(1,2667)}{\log(1,02)} \implies n = \frac{0,102674}{0,00860} \implies n = 11,94$$

Portanto o investimento apresenta-se viável a partir do **12º mês**.

## O Cálculo do Prazo de Retorno na relação Presente e Montante Periódico realizado por meio da Calculadora Financeira HP12C (n-P/M)

A calculadora financeira HP12C apresenta a função específica **n**, como visto no cálculo (n-F/P), que calcula o Tempo de Retorno, em função de P, M e i.

Para o cálculo em questão, temos:

**f**      **CLX**

Em seguida, informam-se os dados (PV, PMT e i) em qualquer ordem, observando-se a convenção de sinais da calculadora e pressiona-se a tecla **n**, que é a tecla utilizada para a função do período.

<b>n</b>	<b>i</b>	<b>PV</b>	<b>PMT</b>	<b>FV</b>
↑	↑	↑	↑	
Pressionar	2	50000 CHS	4750	

Como resultado da operação, obteve-se: **12**

Portanto: **n = 12 meses.**

NOTA:

A calculadora HP12C, com relação ao resultado de **n**, fornece um número inteiro, obedecendo-se o conceito de período de capitalização, portanto com o período já tendo alcançado o retorno.

## O Cálculo do Prazo de Retorno na relação Presente e Montante periódico realizado por meio da Planilha Eletrônica Excel (n-P/F)

Com base no cálculo (n-F/P), criamos também uma página personalizada para o cálculo e análise do **n**, para retorno com valores em parcelas iguais e periódicas.

Esta planilha encontra-se anexa com o título “Programa para Cálculos e Análises do Prazo de Retorno”.

Para os dados em questão, utilizando-se o Programa para o cálculo de  $n - P, M$ , temos:

CÁLCULO DO PRAZO DE RETORNO ---- $n = ?$		
em função de $P, M, i$		
Presente:	$P =$	50.000,00
Montante periódico:	$M =$	4.750,00
Taxa percentual:	$i =$	2,00 % a.p.
Tempo de retorno	$n =$	11,9 períodos

$M$

Representação do fluxo de caixa

Portanto, obedecendo-se o conceito de período de capitalização, com o período já tendo alcançado o retorno, temos:

$$n = 12 \text{ meses.}$$

### O Cálculo do Prazo de Retorno na relação Presente e Montante periódico realizado por meio de Fatores Financeiros ( $n-P/F$ )

Para cálculo por meio de fatores, conhecido um Presente, um Montante Periódico e a Taxa de Expectativa, temos:

$$P = M ( P/M, i, n) \implies 50.000 = 4.750 ( P/M, 2\%, n) \implies ( P/M, 2\%, n) = 10,526316$$

O cálculo de  $n$  é realizado com base em procura na tabela financeira de 2% por um fator de valor 10,526316 combinado com a coluna  $P/M$ .

Assim, consultando a Tabela de Fatores anexa, temos:

$$(P/M, 2\%, 11) = 9,786848$$

$$(P/M, 2\%, 12) = 10,575341$$

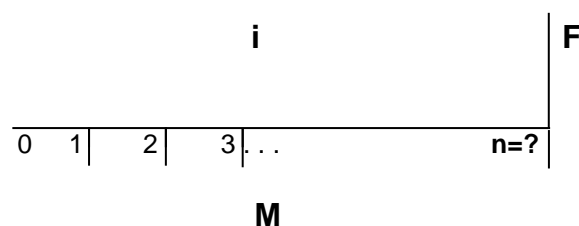
Portanto, obedecendo-se o conceito de período de capitalização, com o período já tendo alcançado o retorno, temos:

$$\mathbf{n = 12 \text{ meses.}}$$

## CAPÍTULO 3

### O Prazo de Retorno analisado na relação entre um valor no Futuro e um Montante Periódico – (n-F/M)

Na relação de valores investidos envolvendo Montante Periódico (M) incidindo nos finais dos períodos de capitalização com um único valor de retorno no Futuro (F), a análise é realizada com base na relação expressa como segue.



A matemática financeira, para essa relação (P com M) trabalha com a fórmula:

$$F = M \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

Também para essa relação matemática é necessário que se calcule por meio de logaritmo.

Trabalhando-se a fórmula para o cálculo de n, temos:

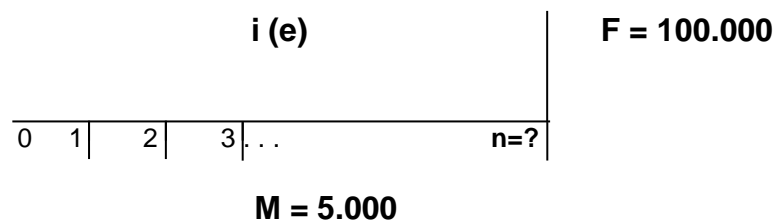
$$\frac{(1+i)^n - 1}{i} = \frac{F}{M} \Rightarrow \left[ M \times (1+i)^n - 1 \right] = F \times i$$

$$(1+i)^n - 1 = \frac{F \times i}{M} \Rightarrow (1+i)^n = \frac{F \times i}{M} + 1$$

$$n \log (1+i) = \log \left[ \frac{F \times i}{M} + 1 \right]$$

$$n = \frac{\log \left[ \frac{F \times i}{M} + 1 \right]}{\log (1 + i)}$$

Para exemplificarmos, vamos simular um investimento de R\$ 5.000,00 por mês, com valores nos finais dos períodos, com expectativa de remuneração de capital de 1,5% ao mês e retorno de R\$ 100.000,00. Quantos meses seriam necessários para se atender essa expectativa de retorno?



$$n = \frac{\log \left[ \frac{F \times i}{M} + 1 \right]}{\log (1 + i)} \Rightarrow n = \frac{\log \left[ \frac{1.500}{5.000} + 1 \right]}{\log (1 + 0,015)}$$

$$n = \frac{\log (1,3)}{\log (1,015)} \Rightarrow n = \frac{0,113943}{0,006466} \Rightarrow n = 17,62$$

Para se atender a expectativa seriam necessários **18 meses**.



## O Cálculo do Prazo de Retorno na relação Futuro e Montante Periódico realizado por meio da Calculadora Financeira HP12C (n-F/M)

A calculadora financeira HP12C apresenta a função específica **n**, como visto no n-P/M, utilizada também para o cálculo do Tempo de Retorno, em função de F, M e i.

Para os dados em questão, temos:

**f**      **CLX**

Em seguida, informam-se os dados (PMT, FV e i) em qualquer ordem, observando-se a convenção de sinais da calculadora e pressiona-se a tecla **n**, que é a tecla utilizada para a função do período.

<b>n</b>	<b>i</b>	<b>PV</b>	<b>PMT</b>	<b>FV</b>
↑	↑		↑	↑
Pressionar	1,5		5000	100000 CHS

Como resultado da operação, obteve-se: 18

Portanto, para se atender a expectativa seriam necessários **18 meses**.

NOTA:

A calculadora HP12C, com relação ao resultado de **n**, fornece um número inteiro, obedecendo-se o conceito de período de capitalização, portanto com o período já tendo alcançado o retorno.

## O Cálculo do Prazo de Retorno na relação Futuro e Montante Periódico realizado por meio da Planilha Personalizada (n-F/M)

O cálculo e análise do  $n$ , para retorno no instante futuro com relação a investimentos com valores em parcelas iguais e periódicas que incidem nos finais dos períodos de capitalização, encontra-se na planilha anexa com o título “Programa para Cálculos e Análises do Prazo de Retorno”.

CÁLCULO DO PRAZO DE RETORNO ---- $n = ?$		
em função de $F$ , $M$ , $i$		
Presente:	$F =$	100.000,00
Montante periódico:	$M =$	5.000,00
Taxa percentual:	$i =$	1,50 % a.p.
Tempo de retorno	$n =$	17,62 períodos

$i$

$F$

$M$

Representação do fluxo de caixa

Portanto, obedecendo-se o conceito de período de capitalização, com o período já tendo alcançado o retorno, temos:  **$n = 18$  meses.**

## O Cálculo do Prazo de Retorno na relação Futuro e Montante Periódico com incidência nos inícios dos períodos de capitalização realizado por meio de Fatores Financeiros(n-F/M)

Para cálculos do  $n$  por meio de fatores, conhecido um Futuro, um Montante Periódico e a Taxa de Expectativa, temos

$$F = M ( F/M, i, n ) \iff 100.000 = 5.000 ( F/M, 2\%, n ) \iff ( F/M, 2\%, n ) = 20$$

O cálculo de  $n$  é realizado com base em procura na tabela financeira de 1,5% por um fator de valor 20,000 combinado com a coluna F/M.

Assim, consultando a Tabela de Fatores anexa, temos:

$$(F/M, 1,5\%, 17) = 19,201355$$

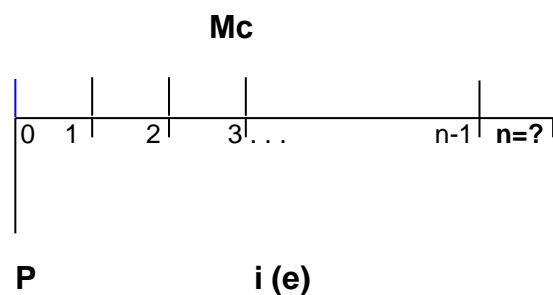
$$(F/M, 1,5\%, 18) = 20,489376$$

Portanto, obedecendo-se o conceito de período de capitalização, com o período já tendo alcançado o retorno, temos: **n = 18 meses.**

## CAPÍTULO 4

### O Prazo de Retorno analisado na relação entre um valor no Presente e um Montante Periódico com incidência nos inícios dos períodos de capitalização – (n-P/Mc)

Na relação de valores envolvendo um único valor de investimento no presente (P) e o seu respectivo retorno em Montante Periódico (Mc) incidindo nos inícios dos períodos de capitalização, a análise se realiza na relação como segue.



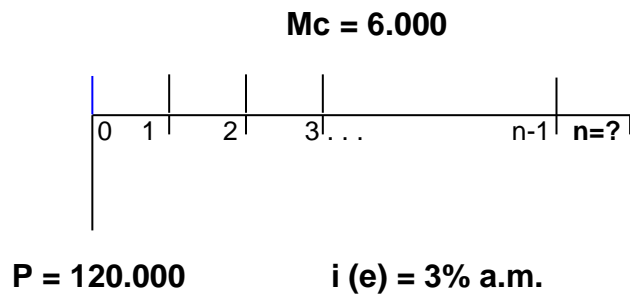
Com base, na relação (n - P/M) temos:

$$n = \frac{\log \left[ \frac{M}{(M - P \times i)} \right]}{\log (1 + i)}$$

Portanto para o cálculo em questão, temos

$$n = \frac{\log \left[ \frac{Mc}{\left[ Mc - \frac{P}{(1+i)} \times i \right]} \right]}{\log (1 + i)} + 1$$

Para exemplificarmos, vamos simular a venda de um equipamento para utilização em um projeto de valor R\$ 120.000,00, com financiamento para pagamentos mensais iguais a R\$ 6.000,00 com o primeiro pagamento no instante da compra e taxa de juros 3% ao mês. Quantos meses serão necessários para a quitação da dívida?



$$n = \frac{\log \left[ \frac{Mc}{\left[ Mc - \frac{P}{(1+i)} \times i \right]} \right]}{\log (1+i)}$$

$$n = \frac{\log \left[ \frac{Mc}{\left[ Mc - \frac{P}{(1+i)} \times i \right]} \right]}{\log (1+i)} + 1 \Rightarrow n = \frac{\log \frac{6.000}{6.000 - \frac{120.000}{(1+0,03)} \times 0,03}}{\log (1 + 0,03)}$$

$$n = \frac{\log (2,395349)}{\log (1,03)} \Rightarrow n = \frac{0,3793688}{0,012837} \Rightarrow n = 29,55$$

Portanto, serão necessários **30 meses** para o retorno do valor financiado para a venda do equipamento.

## O Cálculo do Prazo de Retorno na relação Presente e Montante Periódico realizado por meio da Calculadora Financeira HP12C (n-P/Mc)

Valendo-se dos mesmos procedimentos utilizados nos itens anteriores para cálculos por meio da calculadora financeira HP12C, para este cálculo, aciona-se a função “Begin”, utilizando-se as teclas “g” e em seguida “BEG”.

Calculemos, então, o n em função do Montante Periódico (Mc) conhecido um Presente e a taxa de juros.

Primeiro limpam-se as memórias da calculadora

f CLX

Aciona-se então a função “BEGIN”

g BEG

Em seguida, informam-se os dados em qualquer ordem e pressiona-se a tecla n, que é a tecla utilizada para o cálculo desta função.

n	i	PV	PMT	FV
↑	↑	↑	↑	
Pressionar	3	120000 CHS	6000	

Como resultado da operação, obteve-se: 30

Portanto: **n = 30 meses**

Recomenda-se, após o cálculo, que se retorne a função “END” da calculadora, para deixá-la na posição de cálculo com Montante Periódico incidindo nos finais dos períodos de capitalização.

Para tanto basta acionar:

g END



**O Cálculo de do Prazo de Retorno analisado para valores em Montantes Periódicos com incidência nos inícios dos períodos de capitalização com relação ao valor no Presente, realizado por meio de Fatores Financeiros (n-P/Mc)**

Para cálculos por meio de fatores, calculemos o **n** conhecido um Presente, um Montante Periódico Mc e a Taxa de Expectativa.

$$P = Mc (P/Mc, i, n) \implies 120.000 = 6.000 (P/Mc, 3\%, n) \implies (P/Mc, 3\%, n) = 20.000000$$

O cálculo de n é realizado com base em procura na tabela financeira de 3% por um fator de valor 20,000000 combinado com a coluna P/Mc.

Assim, consultando a Tabela de Fatores anexa, temos:

$$(P/Mc, 3\%, 29) = 19,764108$$

$$(P/Mc, 3\%, 30) = 20,188455$$

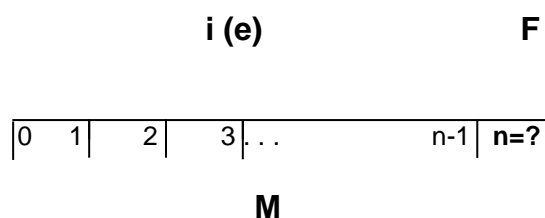
Portanto, obedecendo-se o conceito de período de capitalização, com o período já tendo alcançado o retorno, temos: **n = 30 meses.**



## CAPÍTULO 5

### O Prazo de Retorno analisado na relação entre um valor no Futuro e um Montante Periódico com incidência nos inícios dos períodos de capitalização – $(n-F/Mc)$

Na relação de valores investidos envolvendo Montante Periódico (Mc) incidindo nos inícios dos períodos de capitalização com um único valor de retorno no Futuro (F), a análise é realizada com base na relação expressa como segue.



A matemática financeira, para essa relação (P com Mc) trabalha com a fórmula:

$$F = Mc \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \times (1+i)$$

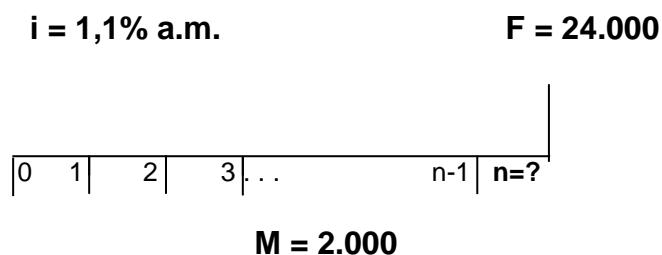
$$\frac{(1+i)^n - 1}{i} = \frac{F}{Mc(1+i)} \Rightarrow Mc(1+i)(1+i)^n - Mc(1+i) = F \times i$$

$$(1+i)^n = \frac{F \times i + Mc(1+i)}{Mc(1+i)} \Rightarrow n \log(1+i) = \log \frac{F \times i + Mc(1+i)}{Mc(1+i)}$$

Portanto para o cálculo em questão, temos

$$n = \frac{\log \frac{F \times i + Mc(1+i)}{Mc(1+i)}}{\log(1+i)}$$

Para exemplificarmos, vamos simular um investimento de R\$ 2.000,00 por mês, com valores nos inícios dos períodos, com expectativa de remuneração de capital de 1,1% ao mês e retorno de R\$ 24.000,00. Quantos meses seriam necessários para se atender essa expectativa de retorno?



$$n = \frac{\log \frac{F \times i + Mc(1+i)}{Mc(1+i)}}{\log(1+i)} \quad \Rightarrow \quad n = \frac{\log \frac{2.286}{2.022}}{\log(1,011)}$$

$$n = \frac{\log(1,13056)}{\log(1,011)} \quad \Rightarrow \quad n = \frac{0,0532936}{0,00475115} \quad \Rightarrow \quad n = 11,217$$

Para se atender a expectativa seriam necessários 12 meses.

### O Cálculo do Prazo de Retorno na relação Futuro e Montante Periódico realizado por meio da Calculadora Financeira HP12C (n-F/Mc)

Para esse cálculo, a HP12C apresenta a função específica **n**, que calcula o Tempo de Retorno, em função de F, Mc e i.

Para o cálculo em questão, temos:

f

CLX

Aciona-se então a função “BEGIN”

**g** **BEG**

Em seguida, informam-se os dados (PMT, FV e i) em qualquer ordem, observando-se a convenção de sinais da calculadora e pressiona-se a tecla **n**, tecla utilizada para a função do período.

<b>n</b>	<b>i</b>	<b>PV</b>	<b>PMT</b>	<b>FV</b>
↑	↑		↑	↑
Pressionar	1,1		2000	24000 CHS

Como resultado da operação, obteve-se: 12

Portanto, para se atender a expectativa seriam necessários 12 meses.

NOTA:

A calculadora HP12C, com relação ao resultado de **n**, fornece um número inteiro, obedecendo-se o conceito de período de capitalização, portanto com o período já tendo alcançado o retorno.

### **O Cálculo do Prazo de Retorno na relação Futuro e Montante Periódico realizado por meio da Planilha Personalizada (n-F/Mc)**

O cálculo e análise do **n**, para retorno no instante futuro com relação a investimentos com valores em parcelas iguais e periódicas que incidem nos inícios dos períodos de capitalização, encontra-se na planilha anexa com o título “Programa para Cálculos e Análises do Prazo de Retorno”.

CÁLCULO DO PRAZO DE RETORNO ---- n = ?		
em função de F , M , i		
Presente:	F =	24.000,00
Montante periódico:	M =	2.000,00
Taxa percentual:	i =	1,10 % a.p.
Tempo de retorno	n =	11,21729 períodos

Representação do fluxo de caixa

Portanto, obedecendo-se o conceito de período de capitalização, com o período já tendo alcançado o retorno, temos: **n = 12 meses.**

**O Cálculo do Prazo de Retorno na relação Futuro e Montante Periódico com incidência nos inícios dos períodos de capitalização realizado por meio de Fatores Financeiros(n-F/Mc)**

Para cálculos do **n** por meio de fatores, conhecido um Futuro, um Montante Periódico **Mc** e a com a Taxa de expectativa de remuneração, temos

$$F = M (F/Mc, i, n) \iff 24.000 = 2.000 ( F/Mc, 1, 1\%, n) \iff (F/Mc, 1, 1\%, n) = 12$$

O cálculo de **n** é realizado com base em procura na tabela financeira de 1,1% por um fator de valor 20,000 combinado com a coluna F/M.

Assim, consultando a Tabela de Fatores anexa, temos:

$$(F/M, 1, 1\%, 11) = 11,753291$$

$$(F/M, 1, 2\%, 12) = 12,893577$$

Portanto, obedecendo-se o conceito de período de capitalização, com o período já tendo alcançado o retorno, temos: **n = 12 meses.**

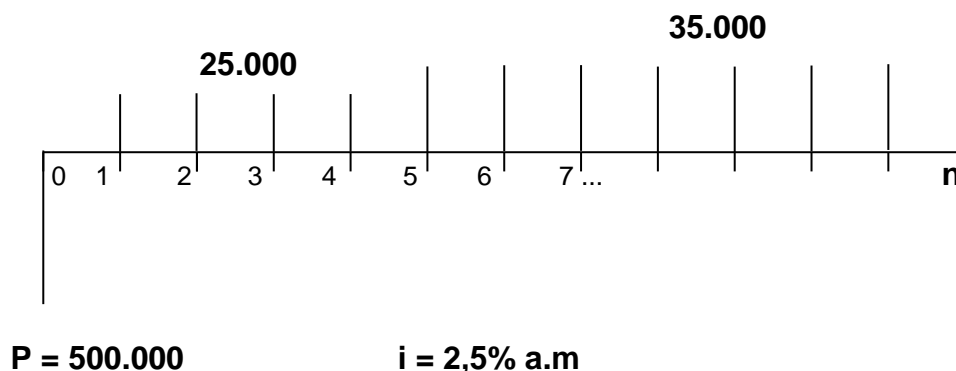
## CAPÍTULO 6

### O Prazo de Retorno analisado na relação entre um valor no Presente e Montante Desiguais – (n-P/Md)

Com relação a parcelas que não tenham relação de proporcionalidade entre seus valores e/ou períodos (Md), não há como desenvolver uma formulação matemática. O cálculo então se fará pelo acúmulo dos respectivos valores financeiros levados ao instante inicial dos períodos de capitalização (P), considerando-se a taxa percentual de juros incidente sobre cada período, observando-se, evidentemente, a equivalência dos valores financeiros no instante inicial, ou seja, o prazo de retorno se dará quando a resultante dos Md for igual ao P.

Para exemplificar, vamos simular um investimento com tais características, para encontrarmos o prazo de retorno (n).

- Compra de um equipamento no valor à vista de R\$ 500.000,00.
- Pagamento em 4 parcelas iguais a R\$ 25.000,00 cada com início no primeiro mês
- E mais parcelas iguais a R\$ 35.000,00 cada com início no quinto mês.
- À taxa de juros de 2,5% a.m., quantos meses serão necessários para a quitação da dívida?



De forma genérica, tracemos a equação que observa a equivalência dos valores financeiros no instante inicial, considerando-se a taxa percentual incidente sobre cada período.

$$P = \frac{Md_1}{(1+i)} + \frac{Md_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{Md_n}{(1+i)^n}$$

O prazo de quitação da dívida se apresenta quando os valores de retorno se igualarem ao valor do investimento, em seu instante inicial, calculados a taxa percentual de juros.

Com relação ao investimento em questão, teríamos a seguinte equação:

$$500.000 = \frac{25.000}{(1+0,025)} + \frac{25.000}{(1+0,025)^2} + \frac{25.000}{(1+0,025)^3} + \frac{25.000}{(1+0,025)^4} + \frac{35.000}{(1+0,025)^5} \\ + \frac{35.000}{(1+0,025)^6} + \frac{35.000}{(1+0,025)^7} + \dots + \frac{35.000}{(1+0,025)^n}$$

Para efeito de se calcular o prazo de retorno (n), reescrevemos a equação da seguinte forma:

$$500.000 = 25.000 \frac{(1+0,025)^4 - 1}{(1+0,025)^4 \times 0,015} + 35.000 \frac{(1+0,025)^p - 1}{(1+0,025)^p \times 0,025} \times \frac{1}{(1+0,025)^4}$$

Onde  $n = p + 4$ .

Assim, temos:

$$500.000 = 94.049,35 + 35.000 \frac{(1 + 0,025)^p - 1}{(1+0,025)^p \times 0,025} \times 0,90595063$$

$$\frac{(1 + 0,025)^p - 1}{(1+0,025)^p \times 0,025} = 12,802673 \implies (1+0,025)^p = 1,470733$$

$$p \times \log 1,025 = \log 1,470733$$

$$p = \frac{\log (1,470733)}{\log (1,025)} \implies p = \frac{0,1675338}{0,01072386} \implies p = 15,62$$

$$\text{Onde temos: } n = 15,62 + 4 = 19,62$$

Portanto o investimento apresenta um prazo de retorno de **20 meses**.

### **O Cálculo do Prazo de Retorno na relação Presente e Montante Desigual realizado por meio da Calculadora Financeira HP12C (n-P/Md)**

Com relação aos cálculos envolvendo Montantes Desiguais, na calculadora financeira HP12C não há uma função específica para se obter o n. No entanto, apresenta algumas funções, acionadas através as teclas “g”, “CFo” e “CFj”, para as informações dos dados a serem processados (sendo o “CFo” destinado a receber o valor de M no instante inicial e o “CFj” destinado aos demais valores) e da “f” “NPV” para se obter o resultado do “P”, além da tecla i para a informação da taxa de juros.

Teremos então, que realizar os cálculos procurando um n, por meio de tentativas, que torna o resultado no presente (P) igual ou superior ao valor da aquisição do equipamento.

O cálculo para n=19 meses

<input type="text" value="f"/>	<input type="text" value="CLX"/>				
2,5	<input type="text" value="i"/>				
0	<input type="text" value="g"/>	<input type="text" value="CFo"/>			
25000	<input type="text" value="g"/>	<input type="text" value="CFj"/>	4	<input type="text" value="g"/>	<input type="text" value="Nj"/>
35000	<input type="text" value="g"/>	<input type="text" value="CFj"/>	15	<input type="text" value="g"/>	<input type="text" value="Nj"/>

Para se obter o valor de P:

<input type="text" value="f"/>	<input type="text" value="NPV"/>
--------------------------------	----------------------------------

Como resultado da operação, obteve-se:

R\$ 486.641,45 (menor que R\$ 500.000,00)

O cálculo para n=20 meses

<input type="text" value="f"/>	<input type="text" value="CLX"/>				
2,5	<input type="text" value="i"/>				
0	<input type="text" value="g"/>	<input type="text" value="CFo"/>			
25000	<input type="text" value="g"/>	<input type="text" value="CFj"/>	4	<input type="text" value="g"/>	<input type="text" value="Nj"/>
35000	<input type="text" value="g"/>	<input type="text" value="CFj"/>	16	<input type="text" value="g"/>	<input type="text" value="Nj"/>

Para se obter o valor de P:

<input type="text" value="f"/>	<input type="text" value="NPV"/>
--------------------------------	----------------------------------



Como resultado da operação, obteve-se:

R\$ 508.000,94 (maior que R\$ 500.000,00)

Portanto, a quitação do equipamento se dará em **20 meses**.

### **O Cálculo do Prazo de Retorno na relação Presente e Montante Desigual realizado por meio da Planilha Personalizada (n-P/Md)**

Para o cálculo e análise para o prazo de onde se trabalha com montantes desiguais, desenvolvemos uma planilha personalizada, valendo-se da função VPL pré-programada do Excel, uma função avançada que veremos mais adiante.

Assim como o cálculo anterior, vamos trabalhar no sentido de encontrarmos o primeiro período em que o valor no presente P (VPL) torne positivo.

Para tanto, utilizaremos a n-P/Md da planilha anexa.

O cálculo para n=19 meses

**CÁLCULO DO PRAZO DE RETORNO --- n = ?**

Valor Investido: 500.000,00

i = 2,5000 %      P = 486.641,45

n	Valores	Prazo de Retorno P maior ou igual ao valor investido
0	0,00	← M0
1	25.000,00	← M1
2	25.000,00	← M2
3	25.000,00	.
4	25.000,00	.
5	35.000,00	.
6	35.000,00	
7	35.000,00	
8	35.000,00	
9	35.000,00	
10	35.000,00	
11	35.000,00	
12	35.000,00	
13	35.000,00	
14	35.000,00	
15	35.000,00	
16	35.000,00	
17	35.000,00	
18	35.000,00	
19	35.000,00	

Representação do fluxo de caixa

Como resultado pela planilha obteve-se:

R\$ 486.641,45 (menor que R\$ 500.000,00)

O cálculo para n=20 meses

CÁLCULO DO PRAZO DE RETORNO --- n = ?		
Valor Investido: <u>500.000,00</u>		
i = <u>2,5000</u> %	P = <u>508.000,94</u>	
n	Valores	Prazo de Retorno P maior ou igual ao valor investido
0	<u>0,00</u>	← M0
1	<u>25.000,00</u>	← M1
2	<u>25.000,00</u>	← M2
3	<u>25.000,00</u>	.
4	<u>25.000,00</u>	.
5	<u>35.000,00</u>	.
6	<u>35.000,00</u>	
7	<u>35.000,00</u>	
8	<u>35.000,00</u>	
9	<u>35.000,00</u>	
10	<u>35.000,00</u>	
11	<u>35.000,00</u>	
12	<u>35.000,00</u>	
13	<u>35.000,00</u>	
14	<u>35.000,00</u>	
15	<u>35.000,00</u>	
16	<u>35.000,00</u>	
17	<u>35.000,00</u>	
18	<u>35.000,00</u>	
19	<u>35.000,00</u>	
20	<u>35.000,00</u>	

Representação do fluxo de caixa

Como resultado pela planilha obteve-se:

R\$ 508.000,94 (maior que R\$ 500.000,00)

Para n = 19, temos P = R\$ 486.641,45

Para n = 20, temos P = R\$ 508.000,94

Portanto, a quitação do equipamento se dará em **20 meses**.

### O Cálculo do Prazo de Retorno na relação Presente e Montante Desigual realizado por meio de Fatores Financeiros (n-P/Md)

Para o cálculo do Prazo de Retorno (n), transformaremos a equação

$$500.000 = 25.000 \frac{(1+0,025)^4 - 1}{(1+0,025)^4 \times 0,015} + 35.000 \frac{(1+0,025)^p - 1}{(1+0,025)^p \times 0,025} \times \frac{1}{(1+0,025)^4}$$

em uma equação equivalente, aplicando-se os fatores financeiros.

$$500.000 = 25.000 (P/M, 2,5\%, 4) + 35.000 (P/M, 2,5\%, p) \times (P/F, 2,5\%, 4)$$

onde  $n = p + 4$ .

Consultando a tabela de fatores no anexo para  $i=2,5\%$ , temos:

$$500.000 = 25.000 \times 3,761974 + 35.000 (P/M, 2,5\%, p) \times 0,905951$$

$$(P/M, 2,5\%, p) = 12,802670$$

Procurando na tabela um valor de p para  $(P/M, 2,5\%, p)$  que seja igual ou maior que 12,802670, encontramos:  $p = 16$

Portanto, a quitação do equipamento se dará em **20 meses**.

## CAPÍTULO 7

### Os princípios da Engenharia Econômica aplicados ao Prazo de Retorno para estudo da Viabilidade de Projetos

Ao se planejar a execução de um projeto é de fundamental importância a análise de sua viabilidade econômica.

Todo projeto requer recursos, como insumos, mão de obra e equipamentos, entre outros, que consumirão tempo e valores financeiros.

A Engenharia Econômica apresenta alguns conceitos desenvolvidos com base na matemática financeira que leva em consideração o valor do dinheiro ao longo do tempo.

Por meio de alguns métodos, dentre eles, o Método do Prazo de Retorno, a Engenharia Econômica possibilita a criação de indicadores que permitem uma tomada de decisão mais segura, quanto a viabilidade de um projeto de investimento.

Na área da construção civil, pode-se num primeiro momento, com base no projeto executivo, planejamento e orçamento, trabalhar o Método do Prazo de Retorno buscando-se um indicador específico para a análise da viabilidade com base no tempo em que se alcança o retorno dos valores investidos.

O ponto de equilíbrio é calculado por meio do Método do Valor Presente Líquido, apresentado pela Engenharia Econômica como sendo o método que traduz um valor equivalente no instante inicial de um fluxo de caixa de todos os valores monetários envolvidos no projeto, convencionando-se os valores de investimento como negativo e os de retorno como positivo, calculado a taxa percentual periódica de expectativa pretendida como rendimento  $i(e)$ .

Conforme ABREU FILHO e CURY (2018 – Capítulo 2) o VPL faz uma comparação do investimento realizado com o valor presente dos fluxos de caixa gerados pelo projeto. Se observarmos bem, veremos que o método do *payback* descontado faz, período a período, a atualização do saldo (investimento – valor presente do fluxo).

Para **CARVALHO, ELIA E DECOTELLI (2009)**, a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é a taxa de retorno mínima exigida pelo investidor para aplicar seus recursos. Assim, a TMA é a taxa exigida pelo investidor para avaliar se um determinado investimento deve ou não ser realizado.

Assim, vamos desenvolver o método da Engenharia Econômica que visa o cálculo e a análise da viabilidade por meio de um indicador relacionado como prazo de retorno, ou seja, onde se dá o equilíbrio econômico do projeto, levando-se em consideração o custo do dinheiro ao longo do tempo.

O cálculo executado por meio do Prazo de Retorno procura o número de períodos de capitalização necessário para que os valores retornados, descontados a taxa de expectativa, se igualem ao valor do investimento, ou seja, o primeiro período que torna o  $VPL=0$ .

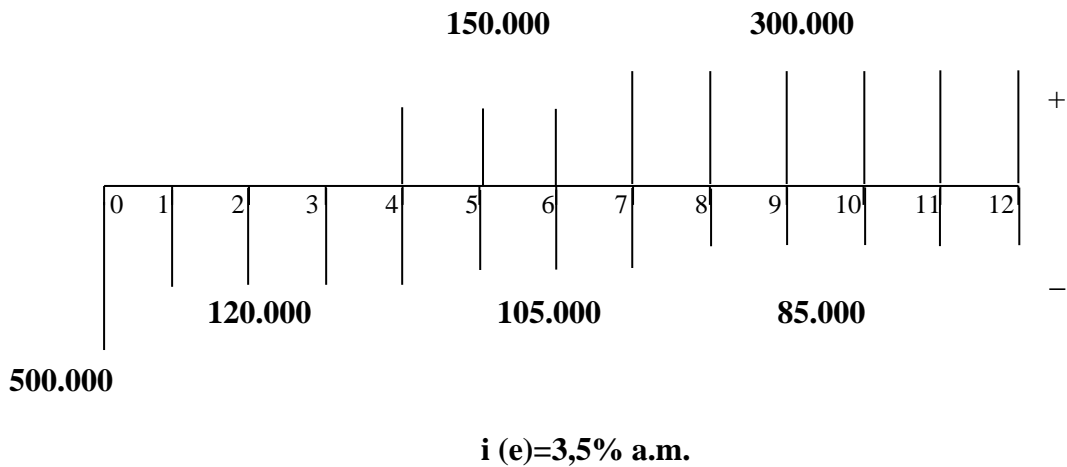
Como exemplo, vamos simular um investimento para um projeto com duração de 12 meses, onde o cálculo e a análise do prazo de retorno (n) serão realizados pela aplicação do método do Valor Presente Líquido – VPL.

- Investimento inicial: R\$ 500.000,00
- Custos nos 4 primeiros meses: R\$ 120.000,00/mês
- Custos nos 3 primeiros meses subsequentes: R\$ 105.000,00/mês
- Custos nos 5 últimos meses: R\$ 85.000,00/mês
- Receita nos meses 4, 5 e 6: R\$ 150.000,00/mês
- Receita nos últimos 6 meses: R\$ 300.000,00/mês

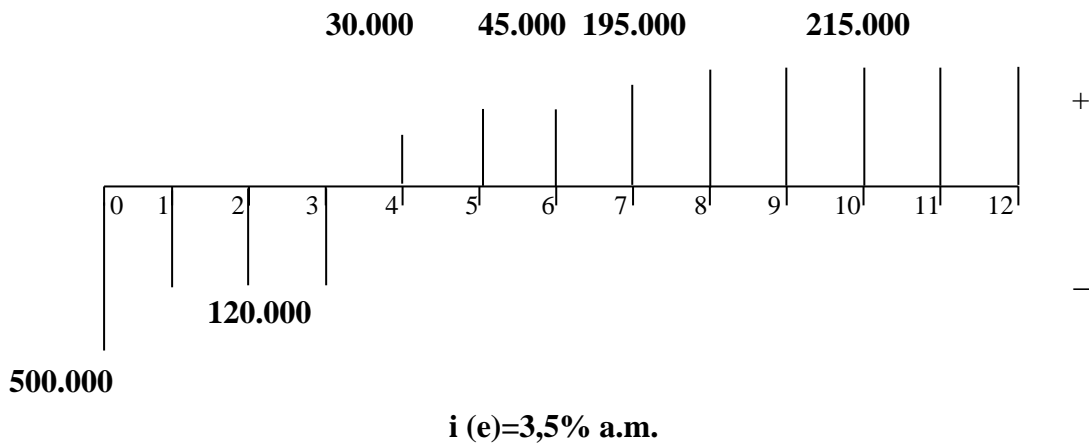
Qual seria o prazo em que o investimento se tornaria viável considerando como expectativa uma taxa percentual de remuneração dos valores investidos de 3,5% ao mês?

Para o cálculo e análise pretendidos, poderemos trabalhar com dois tipos de fluxo de caixa gráfico, como segue.

### Fluxo de caixa gráfico



### Fluxo de caixa gráfico simplificado



O recomendado para as diversas situações de cálculos seria o Fluxo de caixa Gráfico Simplificado, que traria uma condição mais rápida de cálculo.

Assim, com base no Fluxo de Caixa Gráfico Simplificado, vamos desenvolver o cálculo do Prazo de Retorno (n), de várias formas.

Para fluxos de caixas convencionais, o prazo de retorno (n) se dará quando o VPL, calculado à Taxa de Expectativa, se torna positivo.

## O cálculo e a análise do Prazo de Retorno por meio da formulação matemática

O cálculo para n=10 meses

$$\begin{aligned} \text{VPL} = & -500.000 - 120.000 \frac{(1+0,035)^3 - 1}{(1+0,035)^3 \times 0,035} + \frac{30.000}{(1+0,035)^4} + \frac{45.000}{(1+0,035)^5} \\ & + \frac{45.000}{(1+0,035)^6} + \frac{195.000}{(1+0,035)^7} + \frac{(1+0,035)^3 - 1}{(1+0,035)^3 \times 0,035} + \frac{1}{(1+0,035)^7} \end{aligned}$$

$$\text{VPL} = -108.845,42 \implies \text{VPL} < 0$$

O cálculo para n=11 meses

$$\begin{aligned} \text{VPL} = & -500.000 - 120.000 \frac{(1+0,035)^3 - 1}{(1+0,035)^3 \times 0,035} + \frac{30.000}{(1+0,035)^4} + \frac{45.000}{(1+0,035)^5} \\ & + \frac{45.000}{(1+0,035)^6} + \frac{195.000}{(1+0,035)^7} + \frac{(1+0,035)^4 - 1}{(1+0,035)^4 \times 0,035} + \frac{1}{(1+0,035)^7} \end{aligned}$$

$$\text{VPL} = 38.417,90 \implies \text{VPL} > 0$$

Para n = 10, temos VPL = -108.845,42

Para n = 11, temos VPL = 38.417,90

Portanto, o projeto apresenta retorno para o período de 11 meses.



## O cálculo e a análise do Prazo de Retorno por meio da calculadora financeira HP12C

A calculadora financeira HP 12C, para cálculos com parcelas desiguais em seu conjunto, apresenta uma formatação própria.

O primeiro passo seria a limpeza das memórias que ocorrem pelas teclas “f” “CLX”.

Para a informação da taxa de expectativa, utiliza-se a tecla “i”.

Para a informação dos valores, utilizam-se as funções “g”, “CFo” e “CFj”, na sequência e com a convenção de sinais (negativo para as saídas do caixa e positivo para as entradas), sendo a função “CFo” para a informação inicial e “CFj” para as demais.

O resultado se obtém pressionando as teclas “f” e “NPV”.

Assim, teríamos:

O cálculo para  $n=10$  meses

	f	CLX				
3,5	i					
500000	CHS	g	CFo			
120000	CHS	g	CFj	3	g	Nj
30000	g	CFj				
45000	g	CFj	2	g	Nj	
195000	g	CFj				
215000	g	CFj	3	g	Nj	

f NPV

$$VPL = -108.845,42 \implies VPL < 0$$

O cálculo para n=11 meses

f CLX

3,5 i

500000 CHS g CFo

120000 CHS g CFj 3 g Nj

30000 g CFj

45000 g CFj 2 g Nj

195000 g CFj

215000 g CFj 4 g Nj

f NPV

$$VPL = 38.417,90 \implies VPL > 0$$

Para n = 10, temos VPL = -108.845,42

Para n = 11, temos VPL = 38.417,90

Portanto, o projeto apresenta retorno para o período de 11 meses.

## O cálculo e a análise do Prazo de Retorno por meio da Planilha Personalizada

Para o cálculo e a análise do Prazo de Retorno informatizado utilizaremos a Planilha Personalizada como segue.

MÉTODO DO PRAZO DE RETORNO		
i = <u>3,5000</u> %      VPL = <u>-108.845,42</u>		
Prazo de Retorno		
Primeiro VPL > 0		
n	Valores	
0	<u>-500.000,00</u>	← M0
1	<u>-120.000,00</u>	← M1
2	<u>-120.000,00</u>	← M2
3	<u>-120.000,00</u>	.
4	<u>30.000,00</u>	.
5	<u>45.000,00</u>	.
6	<u>45.000,00</u>	.
7	<u>195.000,00</u>	.
8	<u>215.000,00</u>	.
9	<u>215.000,00</u>	.
10	<u>215.000,00</u>	.

Representação do fluxo de caixa

Verificamos que para n=10 meses, o VPL= -108.845,42, um valor negativo.

MÉTODO DO PRAZO DE RETORNO		
i = <u>3,5000</u> %      VPL = <u>38.417,90</u>		
n	Valores	Prazo de Retorno Primeiro VPL > 0
0	<u>-500.000,00</u>	← M0
1	<u>-120.000,00</u>	← M1
2	<u>-120.000,00</u>	← M2
3	<u>-120.000,00</u>	.
4	<u>30.000,00</u>	.
5	<u>45.000,00</u>	.
6	<u>45.000,00</u>	.
7	<u>195.000,00</u>	.
8	<u>215.000,00</u>	.
9	<u>215.000,00</u>	.
10	<u>215.000,00</u>	.
11	<u>215.000,00</u>	.

Representação do fluxo de caixa

Para n=11 meses, o VPL= 38.417,90, um valor positivo.

Portanto, o projeto apresenta retorno para o período de 11 meses.

### O cálculo e a análise do Prazo de Retorno por meio de Fatores Financeiros

O cálculo para n=10 meses

$$VPL = -500.000 - 120.000 (P/M, 3,5\%,3) + 30.000 (P/F, 3,5\%,4)$$

$$45.000 (P/M, 3,5\%,2) \times (P/F, 3,5\%,4) + 195.000 (P/F, 3,5\%,7)$$

$$215.000 (P/M, 3,5\%,3) \times (P/F, 3,5\%,7)$$

$$VPL = -500.000 - 120.000 (2,801637) + 30.000 (0,871442)$$

$$45.000 (1,899694) \times (0,871442) + 195.000 (0,785991)$$

$$215.000 (2,801637) \times (0,785991)$$

$$VPL = -108.845,42$$

O cálculo para n=11 meses

$$VPL = -500.000 - 120.000 (P/M, 3,5\%,3) + 30.000 (P/F, 3,5\%,4)$$

$$45.000 (P/M, 3,5\%, 2) \times (P/F, 3,5\%,4) + 195.000 (P/F, 3,5\%,7)$$

$$215.000 (P/M, 3,5\%, 4) \times (P/F, 3,5\%,7)$$

$$VPL = -500.000 - 120.000 (2,801637) + 30.000 (0,871442)$$

$$45.000 (1,899694) \times (0,871442) + 195.000 (0,785991)$$

$$215.000 (3,673079) \times (0,785991)$$

$$VPL = 38.417,90$$

Portanto, o projeto apresenta retorno para o período de 11 meses.

## **CAPÍTULO 8**

### **Os fundamentos da Análise de Sensibilidade aplicados ao Prazo de Retorno para estudo da Viabilidade de Projetos**

A análise de viabilidade de um projeto tem como fundamento a simulação de diversas situações, com alterações de alguns parâmetros componentes e conseqüentemente o seu resultado.

Em uma primeira análise da viabilidade de um projeto consideramos os valores de custos e receitas como uma situação mais favorável.

No entanto é preciso analisar algumas variáveis que poderão ocorrer ao longo da execução. Com isso é necessário que se simule ocorrências diversas, com a criação de cenários que traduzam resultados diferenciados, dentro de uma margem razoável.

Assim teríamos mais segurança quanto a execução do projeto e seu resultado esperado.

Para LEISMANN (2017 – Capítulo 4), na análise de sensibilidade são apresentados os resultados para variações para mais ou para menos, individualmente, em cada um dos fatores de risco do projeto, sendo que os diferentes resultados são em termos de VPL.

Para FERREIRA (2009), uma decisão ou alternativa é sensível a um dado parâmetro ou variável quando pequenas mudanças no valor do parâmetro ou da variável, a ela relacionadas, resultarem em mudanças na escolha da decisão ou alternativa analisada.

Assim, os riscos e incertezas seriam minimizados, com a obtenção de cenários diversos, fornecendo ao gestor, condições de análises diferenciadas que levariam a uma tomada de decisão mais segura.

Segundo SAMANEZ (2009), por meio de várias análises de sensibilidades podem ser identificadas as variáveis-chave que, em cada cenário, determinam o sucesso ou o insucesso do projeto.

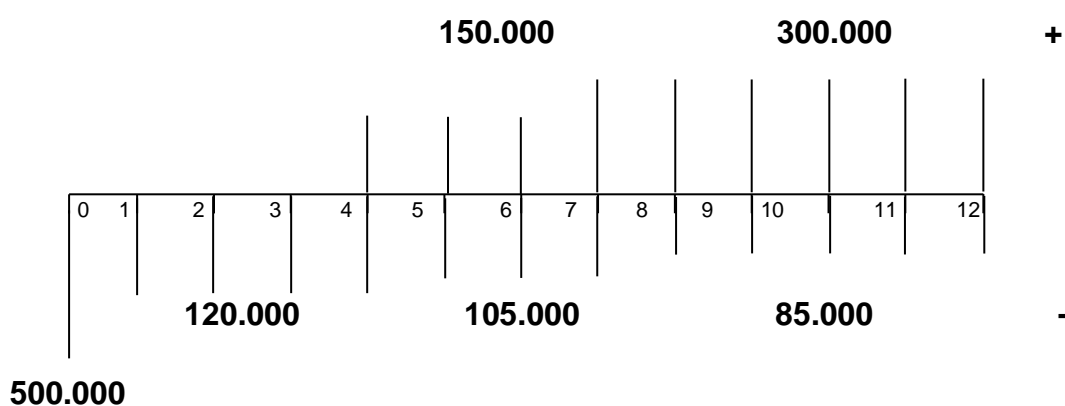
Para TORRES (2006), uma extensão da análise de sensibilidade, para contornar a dificuldade em variar mais de um fator, é a construção de cenários. Um cenário é um conjunto de valores das variáveis que modela uma situação particular.

Para ABREU FILHO e CURY (2018 – Capítulo 5), devido às incertezas inerentes às previsões, é comum a incorporação na análise de modelos de simulação de cenários para auxiliar na visualização das possibilidades de variações dos resultados calculados.

Para exemplificarmos, vamos trabalhar com o exemplo do projeto estudado no capítulo anterior, onde foi simulado um investimento para um projeto com duração de 12 meses, com o cálculo e a análise do prazo de retorno (n) realizados pela aplicação do método do Valor Presente Líquido – VPL, com a expectativa de uma taxa percentual de remuneração dos valores investidos de 3,5% ao mês.

- Investimento inicial: R\$ 500.000,00
- Custos nos 4 primeiros meses: R\$ 120.000,00/mês
- Custos nos 3 primeiros meses subsequentes: R\$ 105.000,00/mês
- Custos nos 5 últimos meses: R\$ 85.000,00/mês
- Receita nos meses 4, 5 e 6: R\$ 150.000,00/mês
- Receita nos últimos 6 meses: R\$ 300.000,00/mês

### Fluxo de caixa gráfico



Como desenvolvido no item anterior, temos

Para  $n = 10$ , temos  $VPL = -108.845,42$

Para  $n = 11$ , temos  $VPL = 38.417,90$

Portanto, o projeto apresenta retorno para o período de 11 meses.

Para a aplicação da análise de sensibilidade, vamos considerar esta situação como um **Primeiro Cenário**, onde o retorno se verificou no prazo de 11 meses. A partir deste primeiro cenário, criaremos outros com base em variações de alguns valores com a finalidade de termos uma análise mais confiável com relação ao resultado.

Para tanto, para se ter agilidade, utilizaremos somente uma planilha personalizada, especialmente desenvolvida para esta finalidade, como veremos nos cálculos e análises com relação ao projeto em questão.

### Primeiro Cenário

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE			
$i(e) = 3,5000 \%$		$VPL = 38.417,90$	
<u>O Projeto apresenta viabilidade</u>			
n	Investimentos	Receitas	Valores Líquidos
0	500.000,00	0,00	-500.000,00
1	120.000,00	0,00	-120.000,00
2	120.000,00	0,00	-120.000,00
3	120.000,00	0,00	-120.000,00
4	120.000,00	150.000,00	30.000,00
5	105.000,00	150.000,00	45.000,00
6	105.000,00	150.000,00	45.000,00
7	105.000,00	300.000,00	195.000,00
8	85.000,00	300.000,00	215.000,00
9	85.000,00	300.000,00	215.000,00
10	85.000,00	300.000,00	215.000,00
11	85.000,00	300.000,00	215.000,00



## Segundo Cenário

Por conta da transição da receita de R\$ 150.000,00 para R\$ 300.000,00, vamos simular uma receita de apenas R\$ 200.000,00 no mês 7.

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE			
<u>i (e) = 3,5000 %</u>		<u>VPL = -40.181,19</u>	
<u>O Projeto não apresenta viabilidade</u>			
<u>n</u>	<u>Investimentos</u>	<u>Receitas</u>	<u>Valores Líquidos</u>
0	500.000,00	0,00	-500.000,00
1	120.000,00	0,00	-120.000,00
2	120.000,00	0,00	-120.000,00
3	120.000,00	0,00	-120.000,00
4	120.000,00	150.000,00	30.000,00
5	105.000,00	150.000,00	45.000,00
6	105.000,00	150.000,00	45.000,00
7	105.000,00	200.000,00	95.000,00
8	85.000,00	300.000,00	215.000,00
9	85.000,00	300.000,00	215.000,00
10	85.000,00	300.000,00	215.000,00
11	85.000,00	300.000,00	215.000,00

Nota-se que o  $VPL < 0$ , portanto não existe retorno no 11<sup>o</sup> mês.

Vejamos se para o 12<sup>o</sup> mês se apresenta retorno.

<b>ANÁLISE DE SENSIBILIDADE</b>			
<u>i (e) =</u> <u>3,5000 %</u>		<u>VPL =</u> <u>102.102,22</u>	
		<u>O Projeto apresenta viabilidade</u>	
<u>n</u>	<u>Investimentos</u>	<u>Receitas</u>	<u>Valores Líquidos</u>
0	<u>500.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-500.000,00</u>
1	<u>120.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-120.000,00</u>
2	<u>120.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-120.000,00</u>
3	<u>120.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-120.000,00</u>
4	<u>120.000,00</u>	<u>150.000,00</u>	<u>30.000,00</u>
5	<u>105.000,00</u>	<u>150.000,00</u>	<u>45.000,00</u>
6	<u>105.000,00</u>	<u>150.000,00</u>	<u>45.000,00</u>
7	<u>105.000,00</u>	<u>200.000,00</u>	<u>95.000,00</u>
8	<u>85.000,00</u>	<u>300.000,00</u>	<u>215.000,00</u>
9	<u>85.000,00</u>	<u>300.000,00</u>	<u>215.000,00</u>
10	<u>85.000,00</u>	<u>300.000,00</u>	<u>215.000,00</u>
11	<u>85.000,00</u>	<u>300.000,00</u>	<u>215.000,00</u>
12	<u>85.000,00</u>	<u>300.000,00</u>	<u>215.000,00</u>

Notamos que para o 12.<sup>o</sup> mês o VPL > 0, portanto o projeto apresenta retorno para este prazo.

### Terceiro Cenário

Vamos simular um valor menor de 5% nas receitas inicialmente projetadas para R\$ 300.000,00 mensais, ou seja, valores de R\$ 285.000,00 mensais nos meses 7 e 11.

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE			
<u>i (e) = 3,5000 %</u>		<u>VPL = -16.677,07</u>	
<u>O Projeto não apresenta viabilidade</u>			
<u>n</u>	<u>Investimentos</u>	<u>Receitas</u>	<u>Valores Líquidos</u>
0	500.000,00	0,00	-500.000,00
1	120.000,00	0,00	-120.000,00
2	120.000,00	0,00	-120.000,00
3	120.000,00	0,00	-120.000,00
4	120.000,00	150.000,00	30.000,00
5	105.000,00	150.000,00	45.000,00
6	105.000,00	150.000,00	45.000,00
7	105.000,00	285.000,00	180.000,00
8	85.000,00	285.000,00	200.000,00
9	85.000,00	285.000,00	200.000,00
10	85.000,00	285.000,00	200.000,00
11	85.000,00	285.000,00	200.000,00

Nota-se que também para esta simulação o  $VPL < 0$ , portanto não existe retorno no 11<sup>o</sup> mês.

Vamos ver se no 12<sup>o</sup> mês se apresenta retorno.

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE			
<u>i (e) = 3,5000 %</u>		<u>VPL = 115.679,59</u>	
<u>O Projeto apresenta viabilidade</u>			
<u>n</u>	<u>Investimentos</u>	<u>Receitas</u>	<u>Valores Líquidos</u>
0	500.000,00	0,00	-500.000,00
1	120.000,00	0,00	-120.000,00
2	120.000,00	0,00	-120.000,00
3	120.000,00	0,00	-120.000,00
4	120.000,00	150.000,00	30.000,00
5	105.000,00	150.000,00	45.000,00
6	105.000,00	150.000,00	45.000,00
7	105.000,00	285.000,00	180.000,00
8	85.000,00	285.000,00	200.000,00
9	85.000,00	285.000,00	200.000,00
10	85.000,00	285.000,00	200.000,00
11	85.000,00	285.000,00	200.000,00
12	85.000,00	285.000,00	200.000,00

Notamos, a exemplo da simulação anterior, que para o 12.<sup>o</sup> mês o  $VPL > 0$ , portanto o projeto apresenta retorno para este prazo.

## Quarto Cenário

Vamos simular um valor menor de 3% nas receitas inicialmente projetadas para R\$ 300.000,00 mensais, ou seja, valores de R\$ 291.000,00 mensais nos meses 7 e 11.

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE			
<u>i (e) = 3,5000 %</u>		<u>VPL = 5.360,92</u>	
<u>O Projeto apresenta viabilidade</u>			
<u>n</u>	<u>Investimentos</u>	<u>Receitas</u>	<u>Valores Líquidos</u>
0	500.000,00	0,00	-500.000,00
1	120.000,00	0,00	-120.000,00
2	120.000,00	0,00	-120.000,00
3	120.000,00	0,00	-120.000,00
4	120.000,00	150.000,00	30.000,00
5	105.000,00	150.000,00	45.000,00
6	105.000,00	150.000,00	45.000,00
7	105.000,00	291.000,00	186.000,00
8	85.000,00	291.000,00	206.000,00
9	85.000,00	291.000,00	206.000,00
10	85.000,00	291.000,00	206.000,00
11	85.000,00	291.000,00	206.000,00

Notamos que para esta simulação no 11.º mês o  $VPL > 0$ , portanto o projeto apresenta retorno para este prazo.

## Quadro de cenários

Com os dados obtidos nos cenários especialmente criados para a análises do Prazo de Retorno do projeto em estudo, apresenta-se o Quadro de Cenários.

### Análise de Sensibilidade - Quadro de Cenários para análise do Prazo de Retorno - n

Taxa de Expectativa -  $i(e) = 3,5\%$  a.m.

	<b>CENÁRIOS</b>	<b>n (mês)</b>
1°	Normal - condições iniciais	11
2°	R\$ 200.000 de receita no 7° mês	12
3°	Receitas 5% menores entre o 7° e o 12° mês.	12
4°	Receitas 3% menores entre o 7° e o 12° mês.	11

Como podemos notar, a análise de sensibilidade proporciona uma visão estratégica para uma tomada de decisão mais segura.

No Quadro de Cenários visualizamos situações diversas que nos mostram o prazo de retorno alcançado face as situações criadas a partir de variações que julgamos necessárias para se obter um resultado que nos traduza maior confiança quanto ao projeto analisado.

Para efeito didático, criamos apenas quatro cenários em função de variações nas receitas projetadas e chegamos a conclusão, para esta análise, que o retorno se dará entre 11 e 12 meses.

Obviamente, dependendo do caso, teremos que criar outros cenários em função da peculiaridade do projeto, simulando situações com alterações não somente nas receitas, mas também nos custos esperados e na combinação de ambos.

## CAPÍTULO 9

### **A aplicação da Análise de Sensibilidade para o cálculo do retorno em empreendimento com prazo indeterminado**

Alguns empreendimentos apresentam-se com prazo indeterminado, como a construção e funcionamento de uma fábrica, um segmento da área comercial, a construção e manutenção de uma rodovia, dentre vários outros.

Desta forma, o empreendimento pode ser avaliado pelo seu prazo de retorno, nos mesmos moldes que foram realizadas as análises anteriores.

Par RÊGO, PAULO, SPRITZER e ZOTES (2013 – Capítulo 3), a análise do ponto de equilíbrio de um investimento consiste em determinar qual o nível mínimo de receitas necessário para cobrir os custos fixos e variáveis.

Segundo HISCHIFELD (2000 – Capítulo 10), o prazo de retorno é muito utilizado pelo fato de os investidores, muitas vezes, não preferirem a melhor alternativa, isto é, a de maior lucro, mas sim, a de menor prazo de recuperação do investimento, fato que limita o risco e possibilita que o dinheiro retornado seja empregado em outros investimentos considerados de grande interesse.

Vamos conceituar esses cálculos e análises com o exemplo que segue.

Ao analisar a viabilidade econômica de um empreendimento com duração indeterminada projetou-se os seguintes valores de custos e receitas:

- Custo inicial: R\$ 350.000,00;
- Custo projetado para o primeiro mês: R\$ 85.000,00;
- Custos projetados para os quatro meses subsequentes: R\$ 50.000,00/mês;
- Custos projetados a partir do 5º mês: R\$ 50.000,00/mês;
- Receita projetada para o 4º mês: R\$ 50.000,00;
- Receita projetada para o 5º mês: R\$ 65.000,00;
- Receita projetada para o 6º mês: R\$ 80.000,00;
- Receitas projetadas para a partir do 7º mês: R\$ 95.000,00/mês;

A empresa deseja ter um retorno mínimo em seus investimentos da ordem de 3 % ao mês.

A partir desses dados quer se saber da viabilidade econômica da execução do empreendimento, por meio do prazo de retorno, com base na análise de sensibilidade e cenários construídos, como segue:

**Cenário 1.** Mantendo-se os valores inicialmente projetados.

**Cenário 2.** Redução nos valores das receitas projetadas de:

10% no 4º mês.

5% no 5º mês.

3% no 6º mês.

2% do 7º mês em diante.

**Cenário 3.** Redução nos valores das receitas projetadas de:

15% no 4º mês.

10% no 5º mês.

5% no 6º mês.

3% do 7º mês em diante.

**Cenário 4.** Mantendo-se as mesmas reduções do cenário 3:

15% no 4º mês.

10% no 5º mês.

5% no 6º mês.

3% do 7º mês em diante.

e acrescentando nos valores dos custos:

10% do 6º mês em diante.

**Cenário 5.** Criando um cenário mais otimista.

Mantendo-se os mesmos custos do cenário inicial (cenário 1)

e acrescentando nos valores das receitas:

5% do 6º mês em diante.

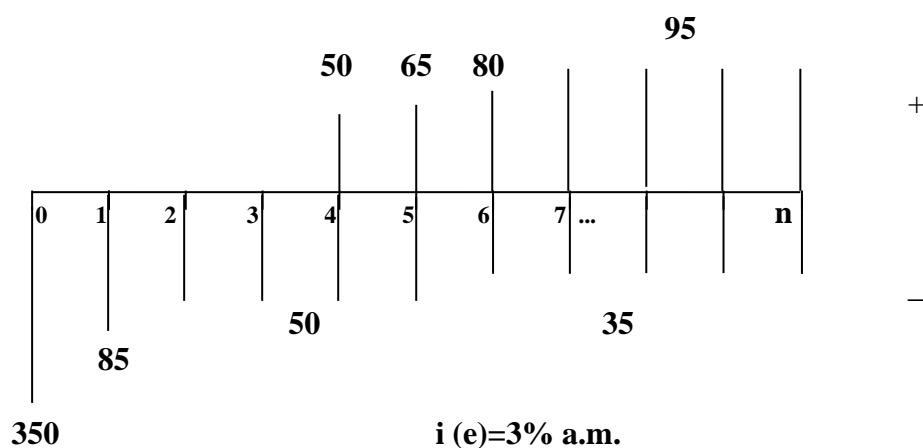


## Resolução

### Cenário 1

#### Fluxo de Caixa Gráfico

Valores em R\$ x 1000



Cálculo e análise para o último prazo de retorno (n) onde o valor de  $VPL < 0$ .

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE			
$i(e) = 3,0000 \%$		$VPL = -9.849,61$	
<u>O Projeto não apresenta viabilidade</u>			
n	Investimentos	Receitas	Valores Líquidos
0	350.000,00	0,00	-350.000,00
1	85.000,00	0,00	-85.000,00
2	50.000,00	0,00	-50.000,00
3	50.000,00	0,00	-50.000,00
4	50.000,00	50.000,00	0,00
5	50.000,00	65.000,00	15.000,00
6	35.000,00	80.000,00	45.000,00
7	35.000,00	95.000,00	60.000,00
8	35.000,00	95.000,00	60.000,00
9	35.000,00	95.000,00	60.000,00
10	35.000,00	95.000,00	60.000,00
11	35.000,00	95.000,00	60.000,00
12	35.000,00	95.000,00	60.000,00
13	35.000,00	95.000,00	60.000,00
14	35.000,00	95.000,00	60.000,00
15	35.000,00	95.000,00	60.000,00
16	35.000,00	95.000,00	60.000,00
17	35.000,00	95.000,00	60.000,00

Cálculo e análise para o primeiro prazo de retorno (n) onde o valor de VPL>0.

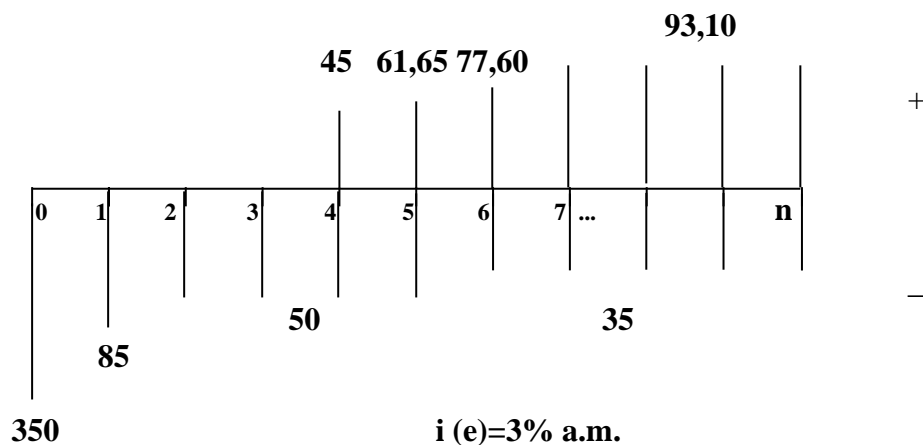
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE			
i (e) = <u>3,000 %</u>		VPL = <u>25.394,07</u>	
<u>O Projeto apresenta viabilidade</u>			
n	Investimentos	Receitas	Valores Líquidos
0	<u>350.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-350.000,00</u>
1	<u>85.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-85.000,00</u>
2	<u>50.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-50.000,00</u>
3	<u>50.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-50.000,00</u>
4	<u>50.000,00</u>	<u>50.000,00</u>	<u>0,00</u>
5	<u>50.000,00</u>	<u>65.000,00</u>	<u>15.000,00</u>
6	<u>35.000,00</u>	<u>80.000,00</u>	<u>45.000,00</u>
7	<u>35.000,00</u>	<u>95.000,00</u>	<u>60.000,00</u>
8	<u>35.000,00</u>	<u>95.000,00</u>	<u>60.000,00</u>
9	<u>35.000,00</u>	<u>95.000,00</u>	<u>60.000,00</u>
10	<u>35.000,00</u>	<u>95.000,00</u>	<u>60.000,00</u>
11	<u>35.000,00</u>	<u>95.000,00</u>	<u>60.000,00</u>
12	<u>35.000,00</u>	<u>95.000,00</u>	<u>60.000,00</u>
13	<u>35.000,00</u>	<u>95.000,00</u>	<u>60.000,00</u>
14	<u>35.000,00</u>	<u>95.000,00</u>	<u>60.000,00</u>
15	<u>35.000,00</u>	<u>95.000,00</u>	<u>60.000,00</u>
16	<u>35.000,00</u>	<u>95.000,00</u>	<u>60.000,00</u>
17	<u>35.000,00</u>	<u>95.000,00</u>	<u>60.000,00</u>
18	<u>35.000,00</u>	<u>95.000,00</u>	<u>60.000,00</u>

Portanto o prazo de retorno para o cenário 1 é de **18 meses**.

## Cenário 2

### Fluxo de Caixa Gráfico

Valores em R\$ x 1000



Cálculo e análise para o último prazo de retorno (n) onde o valor de VPL < 0.

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE			
i (e) = 3,0000 %		VPL = -33.828,44	
<u>O Projeto não apresenta viabilidade</u>			
n	Investimentos	Receitas	Valores Líquidos
0	350.000,00	0,00	-350.000,00
1	85.000,00	0,00	-85.000,00
2	50.000,00	0,00	-50.000,00
3	50.000,00	0,00	-50.000,00
4	50.000,00	45.000,00	-5.000,00
5	50.000,00	61.750,00	11.750,00
6	35.000,00	77.600,00	42.600,00
7	35.000,00	93.100,00	58.100,00
8	35.000,00	93.100,00	58.100,00
9	35.000,00	93.100,00	58.100,00
10	35.000,00	93.100,00	58.100,00
11	35.000,00	93.100,00	58.100,00
12	35.000,00	93.100,00	58.100,00
13	35.000,00	93.100,00	58.100,00
14	35.000,00	93.100,00	58.100,00
15	35.000,00	93.100,00	58.100,00
16	35.000,00	93.100,00	58.100,00
17	35.000,00	93.100,00	58.100,00

Cálculo e análise para o primeiro prazo de retorno (n) onde o valor de VPL>0.

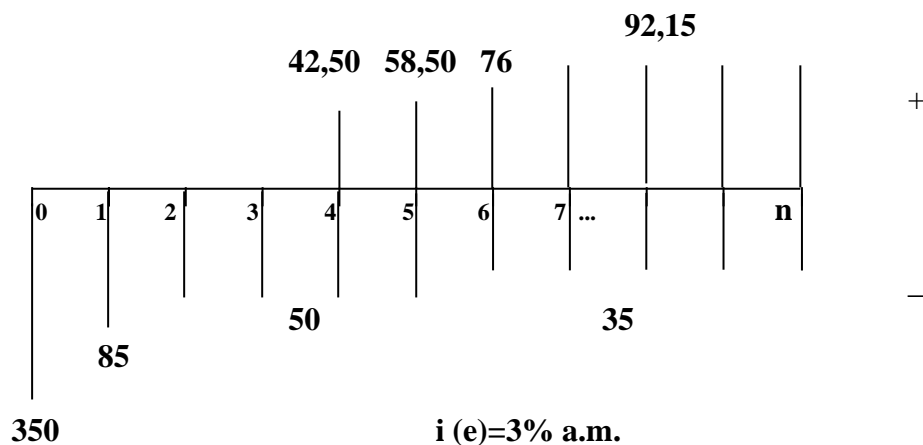
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE			
i (e) = <u>3,0000 %</u>		VPL = <u>299,18</u>	
<u>O Projeto apresenta viabilidade</u>			
n	Investimentos	Receitas	Valores Líquidos
0	<u>350.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-350.000,00</u>
1	<u>85.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-85.000,00</u>
2	<u>50.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-50.000,00</u>
3	<u>50.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-50.000,00</u>
4	<u>50.000,00</u>	<u>45.000,00</u>	<u>-5.000,00</u>
5	<u>50.000,00</u>	<u>61.750,00</u>	<u>11.750,00</u>
6	<u>35.000,00</u>	<u>77.600,00</u>	<u>42.600,00</u>
7	<u>35.000,00</u>	<u>93.100,00</u>	<u>58.100,00</u>
8	<u>35.000,00</u>	<u>93.100,00</u>	<u>58.100,00</u>
9	<u>35.000,00</u>	<u>93.100,00</u>	<u>58.100,00</u>
10	<u>35.000,00</u>	<u>93.100,00</u>	<u>58.100,00</u>
11	<u>35.000,00</u>	<u>93.100,00</u>	<u>58.100,00</u>
12	<u>35.000,00</u>	<u>93.100,00</u>	<u>58.100,00</u>
13	<u>35.000,00</u>	<u>93.100,00</u>	<u>58.100,00</u>
14	<u>35.000,00</u>	<u>93.100,00</u>	<u>58.100,00</u>
15	<u>35.000,00</u>	<u>93.100,00</u>	<u>58.100,00</u>
16	<u>35.000,00</u>	<u>93.100,00</u>	<u>58.100,00</u>
17	<u>35.000,00</u>	<u>93.100,00</u>	<u>58.100,00</u>
18	<u>35.000,00</u>	<u>93.100,00</u>	<u>58.100,00</u>

Portanto o prazo de retorno para o cenário 2 também é de **18 meses**.

### Cenário 3

#### Fluxo de Caixa Gráfico

Valores em R\$ x 1000



Cálculo e análise para o último prazo de retorno (n) onde o valor de VPL < 0.

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE			
$i(e) = 3,0000\%$		VPL = <u>-13.984,99</u>	
<u>O Projeto não apresenta viabilidade</u>			
n	Investimentos	Receitas	Valores Líquidos
0	350.000,00	0,00	-350.000,00
1	85.000,00	0,00	-85.000,00
2	50.000,00	0,00	-50.000,00
3	50.000,00	0,00	-50.000,00
4	50.000,00	42.500,00	-7.500,00
5	50.000,00	58.500,00	8.500,00
6	35.000,00	76.000,00	41.000,00
7	35.000,00	92.150,00	57.150,00
8	35.000,00	92.150,00	57.150,00
9	35.000,00	92.150,00	57.150,00
10	35.000,00	92.150,00	57.150,00
11	35.000,00	92.150,00	57.150,00
12	35.000,00	92.150,00	57.150,00
13	35.000,00	92.150,00	57.150,00
14	35.000,00	92.150,00	57.150,00
15	35.000,00	92.150,00	57.150,00
16	35.000,00	92.150,00	57.150,00
17	35.000,00	92.150,00	57.150,00
18	35.000,00	92.150,00	57.150,00

Cálculo e análise para o primeiro prazo de retorno (n) onde o valor de VPL>0.

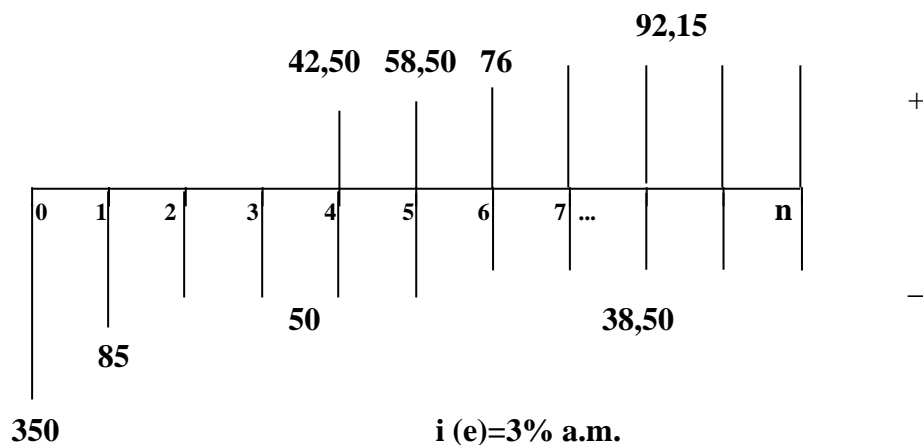
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE			
i (e) = 3,0000 %		VPL = 18.606,85	
O Projeto apresenta viabilidade			
n	Investimentos	Receitas	Valores Líquidos
0	350.000,00	0,00	-350.000,00
1	85.000,00	0,00	-85.000,00
2	50.000,00	0,00	-50.000,00
3	50.000,00	0,00	-50.000,00
4	50.000,00	42.500,00	-7.500,00
5	50.000,00	58.500,00	8.500,00
6	35.000,00	76.000,00	41.000,00
7	35.000,00	92.150,00	57.150,00
8	35.000,00	92.150,00	57.150,00
9	35.000,00	92.150,00	57.150,00
10	35.000,00	92.150,00	57.150,00
11	35.000,00	92.150,00	57.150,00
12	35.000,00	92.150,00	57.150,00
13	35.000,00	92.150,00	57.150,00
14	35.000,00	92.150,00	57.150,00
15	35.000,00	92.150,00	57.150,00
16	35.000,00	92.150,00	57.150,00
17	35.000,00	92.150,00	57.150,00
18	35.000,00	92.150,00	57.150,00
19	35.000,00	92.150,00	57.150,00

Portanto o prazo de retorno para o cenário 3 é de **19 meses**.

## Cenário 4

### Fluxo de Caixa Gráfico

Valores em R\$ x 1000



Cálculo e análise para o último prazo de retorno (n) onde o valor de VPL<0.

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE			
$i(e) = 3,0000\%$		VPL = <u>-15.497,47</u>	
<u>O Projeto não apresenta viabilidade</u>			
n	Investimentos	Receitas	Valores Líquidos
0	350.000,00	0,00	-350.000,00
1	85.000,00	0,00	-85.000,00
2	50.000,00	0,00	-50.000,00
3	50.000,00	0,00	-50.000,00
4	50.000,00	42.500,00	-7.500,00
5	50.000,00	58.500,00	8.500,00
6	38.500,00	76.000,00	37.500,00
7	38.500,00	92.150,00	53.650,00
8	38.500,00	92.150,00	53.650,00
9	38.500,00	92.150,00	53.650,00
10	38.500,00	92.150,00	53.650,00
11	38.500,00	92.150,00	53.650,00
12	38.500,00	92.150,00	53.650,00
13	38.500,00	92.150,00	53.650,00
14	38.500,00	92.150,00	53.650,00
15	38.500,00	92.150,00	53.650,00
16	38.500,00	92.150,00	53.650,00
17	38.500,00	92.150,00	53.650,00
18	38.500,00	92.150,00	53.650,00
19	38.500,00	92.150,00	53.650,00

Cálculo e análise para o primeiro prazo de retorno (n) onde o valor de  $VPL > 0$ .

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE			
i (e) = <u>3,0000</u> %		VPL = <u>14.207,24</u>	
<u>O Projeto apresenta viabilidade</u>			
n	Investimentos	Receitas	Valores Líquidos
0	<u>350.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-350.000,00</u>
1	<u>85.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-85.000,00</u>
2	<u>50.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-50.000,00</u>
3	<u>50.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-50.000,00</u>
4	<u>50.000,00</u>	<u>42.500,00</u>	<u>-7.500,00</u>
5	<u>50.000,00</u>	<u>58.500,00</u>	<u>8.500,00</u>
6	<u>38.500,00</u>	<u>76.000,00</u>	<u>37.500,00</u>
7	<u>38.500,00</u>	<u>92.150,00</u>	<u>53.650,00</u>
8	<u>38.500,00</u>	<u>92.150,00</u>	<u>53.650,00</u>
9	<u>38.500,00</u>	<u>92.150,00</u>	<u>53.650,00</u>
10	<u>38.500,00</u>	<u>92.150,00</u>	<u>53.650,00</u>
11	<u>38.500,00</u>	<u>92.150,00</u>	<u>53.650,00</u>
12	<u>38.500,00</u>	<u>92.150,00</u>	<u>53.650,00</u>
13	<u>38.500,00</u>	<u>92.150,00</u>	<u>53.650,00</u>
14	<u>38.500,00</u>	<u>92.150,00</u>	<u>53.650,00</u>
15	<u>38.500,00</u>	<u>92.150,00</u>	<u>53.650,00</u>
16	<u>38.500,00</u>	<u>92.150,00</u>	<u>53.650,00</u>
17	<u>38.500,00</u>	<u>92.150,00</u>	<u>53.650,00</u>
18	<u>38.500,00</u>	<u>92.150,00</u>	<u>53.650,00</u>
19	<u>38.500,00</u>	<u>92.150,00</u>	<u>53.650,00</u>
20	<u>38.500,00</u>	<u>92.150,00</u>	<u>53.650,00</u>

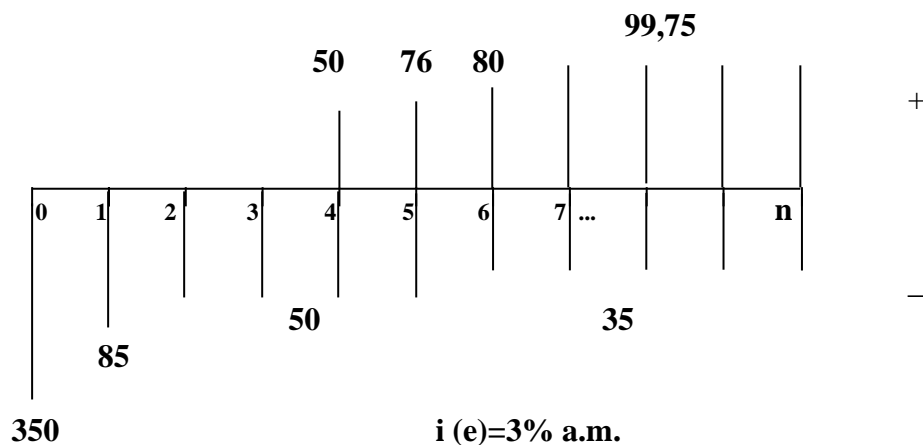
Portanto o prazo de retorno para o cenário 4 é de **20 meses**.



## Cenário 5

### Fluxo de Caixa Gráfico

Valores em R\$ x 1000



Cálculo e análise para o último prazo de retorno (n) onde o valor de VPL < 0.

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE			
i (e) = 3,0000 %		VPL = -12.217,02	
<u>O Projeto não apresenta viabilidade</u>			
n	Investimentos	Receitas	Valores Líquidos
0	350.000,00	0,00	-350.000,00
1	85.000,00	0,00	-85.000,00
2	50.000,00	0,00	-50.000,00
3	50.000,00	0,00	-50.000,00
4	50.000,00	50.000,00	0,00
5	50.000,00	65.000,00	15.000,00
6	35.000,00	80.000,00	45.000,00
7	35.000,00	99.750,00	64.750,00
8	35.000,00	99.750,00	64.750,00
9	35.000,00	99.750,00	64.750,00
10	35.000,00	99.750,00	64.750,00
11	35.000,00	99.750,00	64.750,00
12	35.000,00	99.750,00	64.750,00
13	35.000,00	99.750,00	64.750,00
14	35.000,00	99.750,00	64.750,00
15	35.000,00	99.750,00	64.750,00
16	35.000,00	99.750,00	64.750,00

Cálculo e análise para o primeiro prazo de retorno (n) onde o valor de VPL>0.

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE			
i (e) = <u>3,0000 %</u>		VPL = <u>26.957,80</u>	
<u>O Projeto apresenta viabilidade</u>			
n	Investimentos	Receitas	Valores Líquidos
0	<u>350.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-350.000,00</u>
1	<u>85.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-85.000,00</u>
2	<u>50.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-50.000,00</u>
3	<u>50.000,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-50.000,00</u>
4	<u>50.000,00</u>	<u>50.000,00</u>	<u>0,00</u>
5	<u>50.000,00</u>	<u>65.000,00</u>	<u>15.000,00</u>
6	<u>35.000,00</u>	<u>80.000,00</u>	<u>45.000,00</u>
7	<u>35.000,00</u>	<u>99.750,00</u>	<u>64.750,00</u>
8	<u>35.000,00</u>	<u>99.750,00</u>	<u>64.750,00</u>
9	<u>35.000,00</u>	<u>99.750,00</u>	<u>64.750,00</u>
10	<u>35.000,00</u>	<u>99.750,00</u>	<u>64.750,00</u>
11	<u>35.000,00</u>	<u>99.750,00</u>	<u>64.750,00</u>
12	<u>35.000,00</u>	<u>99.750,00</u>	<u>64.750,00</u>
13	<u>35.000,00</u>	<u>99.750,00</u>	<u>64.750,00</u>
14	<u>35.000,00</u>	<u>99.750,00</u>	<u>64.750,00</u>
15	<u>35.000,00</u>	<u>99.750,00</u>	<u>64.750,00</u>
16	<u>35.000,00</u>	<u>99.750,00</u>	<u>64.750,00</u>
17	<u>35.000,00</u>	<u>99.750,00</u>	<u>64.750,00</u>

Portanto o prazo de retorno para o cenário 5 é de **17 meses**.

## Quadro de cenários.

Com base nos resultados obtidos nos cenários criados para a análise do Prazo de Retorno do empreendimento em estudo, apresenta-se o quadro:

### Análise de Sensibilidade - Quadro de Cenários para análise do Prazo de Retorno - n

Taxa de Expectativa -  $i(e) = 3,0\%$  a.m.

	<b>CENÁRIOS</b>	<b>n (mês)</b>
1°	Normal - condições iniciais	18
2°	Redução nos valores de algumas receitas	18
3°	Redução maior nos valores de algumas receitas	19
4°	Redução nos valores de algumas receitas e acréscimo em alguns custos	20
5°	Acréscimo de valores em algumas receitas	17

O quadro apresentado com base na análise de sensibilidade aplicada para este estudo, mostra que a viabilidade estudada por meio do prazo de retorno se dará entre 17 e 20 meses, dependendo, evidentemente, do comportamento dos custos e receitas ao longo da execução do empreendimento.

## CAPÍTULO 10

### **Os conceitos do Prazo de Retorno associados à Análise de Sensibilidade aplicados em um projeto de Construção Civil**

Para a análise da viabilidade de um projeto de investimento, é necessário que se tenha de forma mais precisa possível, os seus valores investidos e os valores que deverão retornar, conhecendo-se as respectivas épocas em que ocorrem.

Segundo o PMBOK, por Project Builder (publicado em 19/11/2020), (<https://www.projectbuilder.com.br/blog/o-que-e-pmbok/>), em linhas gerais, o guia conceitua um projeto como um esforço temporário, ou seja, finito. Tem, portanto, início e fim bem determinados e empreendidos para se alcançar um objetivo exclusivo, ou seja, um resultado específico que o torna único.

Para LIMMER (1977 – Capítulo 2), projeto é um conjunto de atividades necessárias, ordenadas logicamente e inter-relacionadas, que conduzem a um objetivo predeterminado, atendendo as condições definidas de prazo, custo, qualidade e risco.

Na construção civil, de forma geral, os custos de uma obra calculados por meio de orçamento, podem representar o seu investimento, enquanto os valores de retorno, podem ser expressos pelas receitas esperadas, tomando-se como base o lucro e as condições de mercado.

O orçamento, peça importante nesse contexto, é expresso pelos valores monetários resultantes das composições dos serviços que compõem a obra, neles inclusos os materiais, mão de obra, equipamentos e outros insumos necessário à sua execução, podendo ser incluso as despesas indiretas, quando for o caso.

A TCPO, Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (PINI – 2008 – Sumário), define orçamento como sendo “o cálculo que se faz para determinar todos os gastos de uma obra ou de um serviço de construção”.

Segundo SACOMANI, GUERRINI, SANTOS e MOCCELIN (2004 – Capítulo 3), o orçamento apresenta as etapas de execução de uma obra divididas em: serviços preliminares, infraestrutura, superestrutura, vedação, esquadrias,

cobertura, instalações hidráulicas, instalações elétricas, forro, impermeabilização, revestimento de paredes, pisos, vidros, pintura e serviços complementares, determinando e quantificando os materiais a serem utilizados. Os retornos financeiros de uma obra são os valores de recebimento pelos serviços executados, observados o que se deseja como lucro e a situação do mercado relativo ao setor.

O planejamento, com suas técnicas aplicadas permitem a visualização gráfica da execução dos serviços, contribuindo de forma acentuada na análise mais apurada da viabilidade da obra.

Com o desenvolvimento das redes de Planejamento e principalmente do Cronograma Físico-Financeiro de uma obra, apresentando a relação entre os serviços e quando deverão ser realizados, podemos analisar de forma prática, por exemplo, a prazo de retorno de um projeto, com mais propriedade.

Para NOCÊRA (2007 – Capítulo 2), na implantação de um projeto, geralmente são estabelecidos procedimentos de “como fazer” para as atividades de Planejamento e controle, muitos dos quais baseados em ferramentas já consagradas como redes de precedências e cronogramas de barras.

Segundo PINHEIRO e CRIVELATO (2014 – Capítulo 1), planejar a execução de um empreendimento significa realizar um plano de trabalho que indique quais recursos financeiros, humanos e materiais serão necessários para a execução e em que instante do tempo eles devem ser utilizados. O planejamento é, então, uma previsão de recursos, sem os quais a execução do empreendimento seria prejudicada.

Para trabalharmos os conceitos do prazo de retorno de uma obra, optamos por um orçamento sintetizado associado a um cronograma físico-financeiro ( Gráfico de Gantt) personalizado, onde teremos cálculos e análises práticas e objetivas voltados aos nossos estudos.

Segundo FERREIRA (2005 – Capítulo 2), o gráfico de Gantt, ou simplesmente o Cronograma de Barras, é uma das ferramentas mais difundida mundialmente. As barras horizontais representam as atividades em uma escala de tempo. Quanto maior a barra, maior será a duração de uma atividade. As divisões verticais representam as unidades de tempo.

Assim, partimos de um orçamento sintetizado, consolidados em etapas construtivas, que representam basicamente os valores de investimentos de um projeto.

<b>ETAPAS</b>	<b>CUSTOS PROJETADOS (R\$)</b>
Terreno e Registros	280.000,00
Projeto e aprovações	18.000,00
Serviços preliminares	15.750,00
Fundações	27.000,00
Alvenaria, vigas, pilares e laje	94.500,00
Cobertura	40.500,00
Instalações Hidráulica e Sanitária	31.500,00
Instalações Elétricas	49.500,00
Esquadrias e vidros	31.500,00
Revestimentos e acabamentos	81.000,00
Pintura	29.250,00
Serviços Complementares	13.500,00
Regularização e encargos	18.000,00
Valor Total:	730.000,00

A partir desse orçamento sintetizado, vamos desenvolver um cronograma de barras que atenda as ações que necessitamos executar para trabalharmos no sentido de se calcular e analisar com relativa facilidade e segurança os resultados que almejamos.

Estimando o tempo para execução da obra em 12 meses, vamos construir o cronograma projetando a execução dos serviços de tal forma que estejam dispostos em sequência lógica com atribuição de seus respectivos tempos de execução, bem como as suas datas de inícios.

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS**

0,00 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

CUSTOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Terreno e Registros														
Projeto e aprovações														
Serviços preliminares														
Fundações														
Alvenaria, vigas, pilares e laje														
Cobertura														
Instalações Hidr Sanit														
Instalações Elétricas														
Esquadrias e vidros														
Revestimentos e acabamentos														
Pintura														
Serviços Complementares														
Regularização e encargos														

Associando o Orçamento ao Cronograma de Barras, distribuiremos os custos de cada serviço em suas respectivas épocas de execução, criando desta forma o Cronograma Físico-Financeiro planejado para o projeto.

Incluiremos neste contexto, a projeção das receitas mensais devidamente contratada com o cliente, para obtermos todos os valores do fluxo de caixa, custos e recebimentos, com o objetivo de efetuarmos a análise do prazo de retorno que pretendemos.

Para tanto, incluiremos aos procedimentos, o Método do Valor Presente Líquido, que nos servirá de base para o cálculo do Prazo de Retorno.

Com a projeção das receitas provenientes da execução dos serviços conforme os valores abaixo

#### **Cronograma de Receitas**

Mês	Receita
1	56.800,00
2	56.800,00
3	56.800,00
4	56.800,00
5	96.300,00
6	96.300,00
7	96.300,00
8	96.300,00
9	96.300,00
10	96.300,00
11	96.300,00
12	96.300,00
Total	997.600,00

desenvolvemos o Cronograma de Análise do Prazo Retorno, como segue, com destaque para a função específica aplicada às análises que pretendemos, conhecida como Valor Presente Líquido – VPL, calculado sempre com base na Taxa de Expectativa –  $i(e)$ .



**CRONOGRAMA DE ANÁLISE DO PRAZO DE RETORNO**

<b>VPL:</b>	<b>124.901,78</b>	<b>i(e)=</b>	<b>4,00</b>	<b>% ao mês</b>
-------------	-------------------	--------------	-------------	-----------------

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS**

<b>730.000,00</b>	<b>298.000</b>	<b>29.250</b>	<b>13.500</b>	<b>30.000</b>	<b>35.500</b>	<b>79.500</b>	<b>57.000</b>	<b>30.000</b>	<b>28.000</b>	<b>35.000</b>	<b>43.000</b>	<b>23.200</b>	<b>28.050</b>
-------------------	----------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

CUSTOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Terreno e Registros	280.000,00	280.000												
Projeto e aprovações	18.000,00	18.000												
Serviços preliminares	15.750,00		15.750											
Fundações	27.000,00		13.500	13.500										
Alvenaria, vigas, pilares e laje	94.500,00				29.000	34.500	31.000							
Cobertura	40.500,00						16.500	24.000						
Instalações Hidr Sanit	31.500,00						7.500	7.500			7.500	9.000		
Instalações Elétricas	49.500,00						9.500	10.500			14.500	15.000		
Esquadrias e vidros	31.500,00								12.000	12.000			7.500	
Revestimentos e acabamentos	81.000,00						15.000	15.000	15.000	13.000	13.000	10.000		
Pintura	29.250,00											9.000	12.700	7.550
Serviços Complementares	13.500,00				1.000	1.000			3.000	3.000			3.000	2.500
Regularização e encargos	18.000,00													18.000

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DAS RECEITAS**

RECEITAS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Valor de Mercado	893.000,00	0	56.800	56.800	56.800	56.800	96.300	96.300	96.300	96.300	96.300	96.300	96.300	96.300

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS SALDOS**

SALDOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
MENSAIS		-298.000	27.550	43.300	26.800	21.300	16.800	39.300	66.300	68.300	61.300	53.300	73.100	68.250

Pelo cronograma que ora se apresenta, notamos que o Valor Presente Líquido – VPL, tem resultado positivo, portanto, o projeto atende a expectativa de remuneração mínima de 4% a.m.

O resultado positivo mostra que o retorno em termos de prazo, se deu antes ou no último mês, ou seja:

$$VPL > 0 \implies n \text{ (Prazo de Retorno)} < \text{prazo de execução do projeto.}$$

Para calcularmos o  $n$ , pelo que se apresenta no Cronograma de Análise do Prazo de Retorno, vamos trabalhar com a equação do Valor Presente Líquido – VPL, verificando qual o prazo que torna o VPL positivo.

Essa procura, simplificando, poderá ser realizada utilizando-se no Cronograma a linha “Cronograma de Distribuição dos Saldos” – “Mensais”, do “Cronograma de Análise de Retorno”, que se encontra no “Programa para Cálculos e Análises do Prazo de Retorno” (anexa ao estudo).

Assim, teremos:

## Cálculo do VPL para n=10 meses – VPL>0

### CRONOGRAMA DE ANÁLISE DE RETORNO

VPL: 34.788,67 i(e)= 4,00 % ao mês

### CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS

730.000,00 298.000 29.250 13.500 30.000 35.500 79.500 57.000 30.000 28.000 35.000 43.000 23.200 28.050

CUSTOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Terreno e Registros	280.000,00	280.000												
Projeto e aprovações	18.000,00	18.000												
Serviços preliminares	15.750,00		15.750											
Fundações	27.000,00		13.500	13.500										
Alvenaria, vigas, pilares e laje	94.500,00				29.000	34.500	31.000							
Cobertura	40.500,00						16.500	24.000						
Instalações Hidr Sanit	31.500,00						7.500	7.500			7.500	9.000		
Instalações Elétricas	49.500,00						9.500	10.500			14.500	15.000		
Esquadrias e vidros	31.500,00								12.000	12.000			7.500	
Revestimentos e acabamentos	81.000,00						15.000	15.000	15.000	13.000	13.000	10.000		
Pintura	29.250,00											9.000	12.700	7.500
Serviços Complementares	13.500,00				1.000	1.000			3.000	3.000			3.000	2.500
Regularização e encargos	18.000,00													18.000

### CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DAS RECEITAS

RECEITAS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Valor de Mercado	997.600,00	0	56.800	56.800	56.800	56.800	96.300	96.300	96.300	96.300	96.300	96.300	96.300	96.300

### CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS SALDOS

SALDOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
MENSAIS		-298.000	27.550	43.300	26.800	21.300	16.800	39.300	66.300	68.300	61.300	53.300		
ACUMULADOS		-298.000	-270.450	-227.150	-200.350	-179.050	-162.250	-122.950	-56.650	11.650	72.950	126.250	126.250	126.250

## Cálculo do VPL para n=9 meses – VPL<0

### CRONOGRAMA DE ANÁLISE DE RETORNO

**VPL: -1.218,90**      **i(e)= 4,00 % ao mês**

### CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS

	730.000,00	298.000	29.250	13.500	30.000	35.500	79.500	57.000	30.000	28.000	35.000	43.000	23.200	28.050
CUSTOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Terreno e Registros	280.000,00	280.000												
Projeto e aprovações	18.000,00	18.000												
Serviços preliminares	15.750,00		15.750											
Fundações	27.000,00		13.500	13.500										
Alvenaria, vigas, pilares e laje	94.500,00				29.000	34.500	31.000							
Cobertura	40.500,00						16.500	24.000						
Instalações Hidr Sanit	31.500,00						7.500	7.500			7.500	9.000		
Instalações Elétricas	49.500,00						9.500	10.500			14.500	15.000		
Esquadrias e vidros	31.500,00								12.000	12.000			7.500	
Revestimentos e acabamentos	81.000,00						15.000	15.000	15.000	13.000	13.000	10.000		
Pintura	29.250,00											9.000	12.700	7.550
Serviços Complementares	13.500,00				1.000	1.000			3.000	3.000			3.000	2.500
Regularização e encargos	18.000,00													18.000

### CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DAS RECEITAS

RECEITAS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Valor de Mercado	997.600,00	0	56.800	56.800	56.800	56.800	96.300	96.300	96.300	96.300	96.300	96.300	96.300	96.300

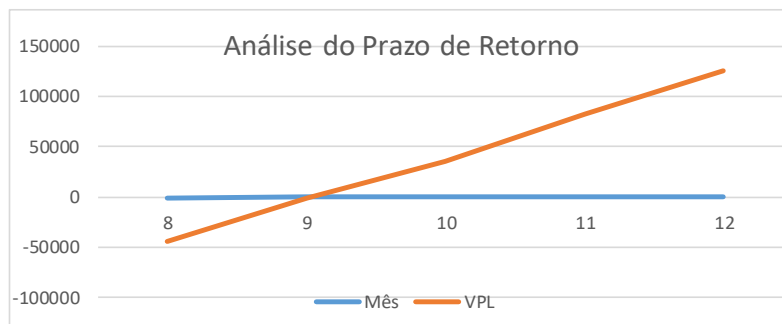
### CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS SALDOS

SALDOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
MENSAIS		-298.000	27.550	43.300	26.800	21.300	16.800	39.300	66.300	68.300	61.300			
ACUMULADOS		-298.000	-270.450	-227.150	-200.350	-179.050	-162.250	-122.950	-56.650	11.650	72.950	72.950	72.950	72.950

Portanto, retorno (n) se dará no prazo de 10 meses.

Ampliando um pouco mais esses cálculos, temos:

Mês	VPL
8	-44287
9	-1.219
10	34.789
11	82.273
12	124.902



### Análise por meio de Cenários

No sentido de termos maior segurança na viabilidade da execução da obra quanto ao prazo de retorno, vamos aplicar a análise de sensibilidade e criar um quadro de cenários, onde teremos uma visualização com mais propriedade para a tomada de decisão.

Assim, vamos analisar algumas variáveis que poderão ocorrer ainda na fase de contratação e no decorrer da execução.

#### CENÁRIO 1

Entendemos que, por ser o primeiro planejamento do projeto, os dados apresentados no Cronograma anterior, traduzem a melhor posição para execução, uma vez que se considera nele, as situações mais favoráveis quanto as suas ações.

Consideremos esta situação como o primeiro cenário, onde temos um retorno em 10 meses.

## CENÁRIO 2

Vamos simular uma redução na remuneração dos serviços na ordem de 7% de forma linear, por conta de uma estratégia de negócios, mantendo-se os seus custos.

Assim, as receitas mensais passariam aos seguintes valores:

### Cronograma de Receitas

Mês	Receita Cenário 1	Receita Cenário 2
1	56.800,00	52.824,00
2	56.800,00	52.824,00
3	56.800,00	52.824,00
4	56.800,00	52.824,00
5	96.300,00	89.559,00
6	96.300,00	89.559,00
7	96.300,00	89.559,00
8	96.300,00	89.559,00
9	96.300,00	89.559,00
10	96.300,00	89.559,00
11	96.300,00	89.559,00
12	96.300,00	89.559,00
Total	997.600,00	927.768,00

Mantendo-se os mesmos procedimentos para o cálculo do n, teremos para o Cenário 2:

Cálculo do VPL para n=11 meses – VPL>0

**CRONOGRAMA DE ANÁLISE DE RETORNO**

**VPL: 33.255,32      i(e)= 4,00 % ao mês**

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS**

**730.000,00    298.000    29.250    13.500    30.000    35.500    79.500    57.000    30.000    28.000    35.000    43.000    23.200    28.050**

CUSTOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Terreno e Registros	280.000,00	280.000												
Projeto e aprovações	18.000,00	18.000												
Serviços preliminares	15.750,00		15.750											
Fundações	27.000,00		13.500	13.500										
Alvenaria, vigas, pilares e laje	94.500,00				29.000	34.500	31.000							
Cobertura	40.500,00						16.500	24.000						
Instalações Hidr Sanit	31.500,00						7.500	7.500			7.500	9.000		
Instalações Elétricas	49.500,00						9.500	10.500			14.500	15.000		
Esquadrias e vidros	31.500,00								12.000	12.000			7.500	
Revestimentos e acabamentos	81.000,00						15.000	15.000	15.000	13.000	13.000	10.000		
Pintura	29.250,00											9.000	12.700	7.550
Serviços Complementares	13.500,00				1.000	1.000			3.000	3.000			3.000	2.500
Regularização e encargos	18.000,00													18.000

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DAS RECEITAS**

RECEITAS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Valor de Mercado	927.768,00	0	52.824	52.824	52.824	52.824	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS SALDOS**

SALDOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
MENSAIS		-298.000	23.574	39.324	22.824	17.324	10.059	32.559	59.559	61.559	54.559	46.559	66.359	
ACUMULADOS		-298.000	-274.426	-235.102	-212.278	-194.954	-184.895	-152.336	-92.777	-31.218	23.341	69.900	136.259	136.259

## Cálculo do VPL para n=10 meses – VPL<0

### CRONOGRAMA DE ANÁLISE DE RETORNO

VPL: **-9.850,22**      i(e)= **4,00** % ao mês

### CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS

**730.000,00    298.000    29.250    13.500    30.000    35.500    79.500    57.000    30.000    28.000    35.000    43.000    23.200    28.050**

CUSTOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Terreno e Registros	280.000,00	280.000												
Projeto e aprovações	18.000,00	18.000												
Serviços preliminares	15.750,00		15.750											
Fundações	27.000,00		13.500	13.500										
Alvenaria, vigas, pilares e laje	94.500,00				29.000	34.500	31.000							
Cobertura	40.500,00						16.500	24.000						
Instalações Hidr Sanit	31.500,00						7.500	7.500			7.500	9.000		
Instalações Elétricas	49.500,00						9.500	10.500			14.500	15.000		
Esquadrias e vidros	31.500,00								12.000	12.000			7.500	
Revestimentos e acabamentos	81.000,00						15.000	15.000	15.000	13.000	13.000	10.000		
Pintura	29.250,00											9.000	12.700	7.550
Serviços Complementares	13.500,00				1.000	1.000			3.000	3.000			3.000	2.500
Regularização e encargos	18.000,00													18.000

### CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DAS RECEITAS

RECEITAS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Valor de Mercado	927.768,00	0	52.824	52.824	52.824	52.824	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559

### CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS SALDOS

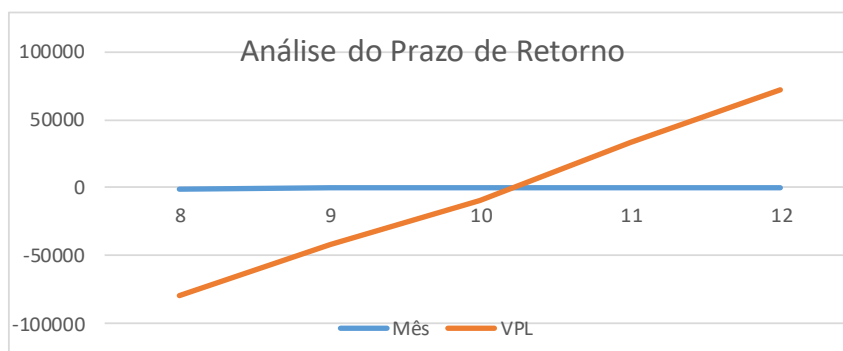
SALDOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
MENSAIS		-298.000	23.574	39.324	22.824	17.324	10.059	32.559	59.559	61.559	54.559	46.559		
ACUMULADOS		-298.000	-274.426	-235.102	-212.278	-194.954	-184.895	-152.336	-92.777	-31.218	23.341	69.900	69.900	69.900

Para o Cenário 2, o retorno (n) se dará no prazo de 11 meses.



Ampliando um pouco mais esses cálculos, temos:

Mês	VPL
8	-79636
9	-41.304
10	-9.850
11	33.255
12	71.674



### CENÁRIO 3

Mantendo-se a redução na remuneração dos serviços na ordem de 7% de forma linear, como mostra o Cenário 2, vamos alterar os custos de algumas atividades em mais 7%, em função de algumas incertezas com relação as suas execuções, e do Terreno e Registros.

Terreno e Registros de R\$ 280.000 para R\$ 320.000,00

Fundações de R\$ 27.000,00 para R\$ 28.890,00

Alvenaria de R\$ 94.500,00 para R\$ 101.115,00

Revestimentos R\$ 81.000,00 para R\$ 86.670,00

Trabalhando esses novos valores no cronograma, temos:

Cálculo do VPL para n=12 meses – VPL>0

**CRONOGRAMA DE ANÁLISE DE RETORNO**

**VPL: 19.970,76 i(e)= 4,00 % ao mês**

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS**

**784.175,00 338.000 30.195 14.445 32.030 37.915 82.720 58.050 31.050 28.910 35.910 43.700 23.200 28.050**

CUSTOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Terreno e Registros	320.000,00	320.000												
Projeto e aprovações	18.000,00	18.000												
Serviços preliminares	15.750,00		15.750											
Fundações	28.890,00		14.445	14.445										
Alvenaria, vigas, pilares e laje	101.115,00				31.030	36.915	33.170							
Cobertura	40.500,00						16.500	24.000						
Instalações Hidr Sanit	31.500,00						7.500	7.500			7.500	9.000		
Instalações Elétricas	49.500,00						9.500	10.500			14.500	15.000		
Esquadrias e vidros	31.500,00								12.000	12.000			7.500	
Revestimentos e acabamentos	86.670,00						16.050	16.050	16.050	13.910	13.910	10.700		
Pintura	29.250,00											9.000	12.700	7.550
Serviços Complementares	13.500,00				1.000	1.000			3.000	3.000			3.000	2.500
Regularização e encargos	18.000,00													18.000

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DAS RECEITAS**

RECEITAS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Valor de Mercado	927.768,00	0	52.824	52.824	52.824	52.824	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS SALDOS**

SALDOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
MENSAIS		-338.000	22.629	38.379	20.794	14.909	6.839	31.509	58.509	60.649	53.649	45.859	66.359	61.509
ACUMULADOS		-338.000	-315.371	-276.992	-256.198	-241.289	-234.450	-202.941	-144.432	-83.783	-30.134	15.725	82.084	143.593

Cálculo do VPL para n=11 meses – VPL<0

**CRONOGRAMA DE ANÁLISE DE RETORNO**

**VPL: -18.447,58      i(e)= 4,00 % ao mês**

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS**

**784.175,00    338.000    30.195    14.445    32.030    37.915    82.720    58.050    31.050    28.910    35.910    43.700    23.200    28.050**

CUSTOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Terreno e Registros	320.000,00	320.000												
Projeto e aprovações	18.000,00	18.000												
Serviços preliminares	15.750,00		15.750											
Fundações	28.890,00		14.445	14.445										
Alvenaria, vigas, pilares e laje	101.115,00				31.030	36.915	33.170							
Cobertura	40.500,00						16.500	24.000						
Instalações Hidr Sanit	31.500,00						7.500	7.500			7.500	9.000		
Instalações Elétricas	49.500,00						9.500	10.500			14.500	15.000		
Esquadrias e vidros	31.500,00								12.000	12.000			7.500	
Revestimentos e acabamentos	86.670,00						16.050	16.050	16.050	13.910	13.910	10.700		
Pintura	29.250,00											9.000	12.700	7.550
Serviços Complementares	13.500,00				1.000	1.000			3.000	3.000			3.000	2.500
Regularização e encargos	18.000,00													18.000

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DAS RECEITAS**

RECEITAS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Valor de Mercado	927.768,00	0	52.824	52.824	52.824	52.824	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559

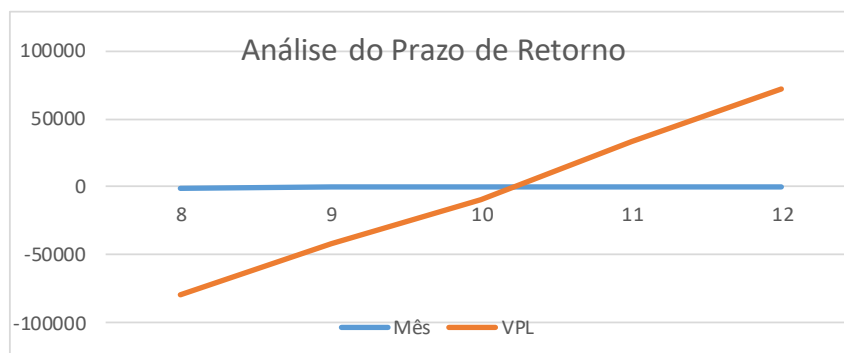
**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS SALDOS**

SALDOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
MENSAIS		-338.000	22.629	38.379	20.794	14.909	6.839	31.509	58.509	60.649	53.649	45.859	66.359	

Para o Cenário 3, o retorno (n) se dará no prazo de 12 meses.

Ampliando um pouco mais esses cálculos, temos:

Mês	VPL
8	-79636
9	-41.304
10	-9.850
11	33.255
12	71.674



### Quadro de cenários

Com os dados trabalhados na Análise de Sensibilidade aplicada ao Cronograma Físico-Financeiro de um projeto de construção civil, elaboramos o Quadro de Cenários como segue.

Análise de Sensibilidade - Quadro de Cenários para análise do Prazo de Retorno - n

Taxa de Expectativa -  $i(e) = 3,5\%$  a.m.

	<b>CENÁRIOS</b>	<b>n (mês)</b>
1º	Normal - condições iniciais	10
2º	Redução Receitas em 7%	11
3º	Redução Receitas em 7% e acréscimo em alguns custos	12

Com a elaboração do Quadro de Cenários para esta análise, observamos que o retorno se dará entre 10 e 12 meses, considerando-se as variações que se entendeu como necessárias para uma boa avaliação quanto ao risco e principalmente quanto a uma segurança maior no seu planejamento.

Cada projeto tem suas características, portanto, a análise de sensibilidade deverá ser norteadada pelo Gestor do projeto, de forma mais conveniente ao momento, às suas disponibilidades e principalmente ao mercado.

## CAPÍTULO 11

### **Os conceitos do Prazo de Retorno de um projeto de Construção Civil e a Taxa Interna de Retorno.**

No capítulo anterior desenvolvemos os cálculos e análises do Prazo de Retorno aplicados a um projeto de investimento da construção civil.

Vamos associá-lo ao método da Engenharia Econômica voltado a Taxa Interna de Retorno, que mede a rentabilidade do projeto, aproveitando-se de trabalhos desta natureza desenvolvidos em projetos anteriores.

Podemos trabalhar diretamente no Cronograma de Análise do Prazo de Retorno, inserindo o cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) em uma de suas células, com os dados constantes no próprio cronograma.

Segundo MEGLIORI (2018 – capítulo 9), entre os métodos de avaliação, há aquele que permite conhecer o tempo necessário para a recuperação do investimento, representado pelo *pay-back*, e aqueles que medem a rentabilidade do investimento, dentre os quais, os mais utilizados são o Valor presente Líquido e a Taxa Interna de Retorno.

Faremos uso da função pré-programada TIR da planilha EXCEL, utilizando-se como dados a linha “MENSAIS”, junto ao “CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS SALDOS”.

A Taxa Interna de Retorno indica o retorno do investimento em termos percentuais periódicos.

Para nosso estudo, a TIR é calculada para todo o período, ou seja, para os 12 meses, independente do cenário em análise.

Vamos, então, para o cálculo da TIR, trabalhar os cenários estudados para o Prazo de Retorno do projeto de construção civil, diretamente em seus respectivos cronogramas.

## CENÁRIO 1

Para o Cenário 1, será trabalhado o primeiro planejamento do projeto, onde se observou um retorno em 10 meses.

## CENÁRIO 2

Vamos simular uma redução na remuneração dos serviços na ordem de 7% de forma linear, por conta de uma estratégia de negócios, mantendo-se os seus custos.

## CENÁRIO 3

Mantendo-se a redução na remuneração dos serviços na ordem de 7% de forma linear, como mostra o Cenário 2, vamos alterar os custos de algumas atividades em mais 7%, em função de algumas incertezas com relação as suas execuções, e do Terreno e Registros.

Terreno e Registros de R\$ 280.000 para R\$ 320.000,00

Fundações de R\$ 27.000,00 para R\$ 28.890,00

Alvenaria de R\$ 94.500,00 para R\$ 101.115,00

Revestimentos R\$ 81.000,00 para R\$ 86.670,00

Cenário 1 – n = 10 meses – TIR = 9,4% a.m.

**CRONOGRAMA DE ANÁLISE DE RETORNO**

**VPL: 124.901,78      i(e)= 4,00 % ao mês**

**TIR = 9,4% a.m.**

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS**

**730.000,00    298.000    29.250    13.500    30.000    35.500    79.500    57.000    30.000    28.000    35.000    43.000    23.200    28.050**

CUSTOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Terreno e Registros	280.000,00	280.000												
Projeto e aprovações	18.000,00	18.000												
Serviços preliminares	15.750,00		15.750											
Fundações	27.000,00		13.500	13.500										
Alvenaria, vigas, pilares e laje	94.500,00				29.000	34.500	31.000							
Cobertura	40.500,00						16.500	24.000						
Instalações Hidr Sanit	31.500,00						7.500	7.500			7.500	9.000		
Instalações Elétricas	49.500,00						9.500	10.500			14.500	15.000		
Esquadrias e vidros	31.500,00								12.000	12.000			7.500	
Revestimentos e acabamentos	81.000,00						15.000	15.000	15.000	13.000	13.000	10.000		
Pintura	29.250,00											9.000	12.700	7.500
Serviços Complementares	13.500,00				1.000	1.000			3.000	3.000			3.000	2.500
Regularização e encargos	18.000,00													18.000

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DAS RECEITAS**

RECEITAS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Valor de Mercado	997.600,00	0	56.800	56.800	56.800	56.800	96.300	96.300	96.300	96.300	96.300	96.300	96.300	96.300

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS SALDOS**

SALDOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
MENSAIS		-298.000	27.550	43.300	26.800	21.300	16.800	39.300	66.300	68.300	61.300	53.300	73.100	68.250
ACUMULADOS		-298.000	-270.450	-227.150	-200.350	-179.050	-162.250	-122.950	-56.650	11.650	72.950	126.250	199.350	267.600

Cenário 2 – n = 11 meses – TIR = 7,2% a.m.

**CRONOGRAMA DE ANÁLISE DE RETORNO**

**VPL: 71.673,66 i(e)= 4,00 % ao mês**

**TIR = 7,2% a.m.**

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS**

**730.000,00 298.000 29.250 13.500 30.000 35.500 79.500 57.000 30.000 28.000 35.000 43.000 23.200 28.050**

CUSTOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Terreno e Registros	280.000,00	280.000												
Projeto e aprovações	18.000,00	18.000												
Serviços preliminares	15.750,00		15.750											
Fundações	27.000,00		13.500	13.500										
Alvenaria, vigas, pilares e laje	94.500,00				29.000	34.500	31.000							
Cobertura	40.500,00						16.500	24.000						
Instalações Hidr Sanit	31.500,00						7.500	7.500			7.500	9.000		
Instalações Elétricas	49.500,00						9.500	10.500			14.500	15.000		
Esquadrias e vidros	31.500,00								12.000	12.000			7.500	
Revestimentos e acabamentos	81.000,00						15.000	15.000	15.000	13.000	13.000	10.000		
Pintura	29.250,00											9.000	12.700	7.550
Serviços Complementares	13.500,00				1.000	1.000			3.000	3.000			3.000	2.500
Regularização e encargos	18.000,00													18.000

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DAS RECEITAS**

RECEITAS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Valor de Mercado	927.768,00	0	52.824	52.824	52.824	52.824	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS SALDOS**

SALDOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
MENSAIS		-298.000	23.574	39.324	22.824	17.324	10.059	32.559	59.559	61.559	54.559	46.559	66.359	61.509



Cenário 3 – n = 12 meses – TIR = 4,8% a.m.

**CRONOGRAMA DE ANÁLISE DE RETORNO**

**VPL: 19.970,76 i(e)= 4,00 % ao mês**

**TIR = 4,8% a.m.**

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS**

**784.175,00 338.000 30.195 14.445 32.030 37.915 82.720 58.050 31.050 28.910 35.910 43.700 23.200 28.050**

CUSTOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Terreno e Registros	320.000,00	320.000												
Projeto e aprovações	18.000,00	18.000												
Serviços preliminares	15.750,00		15.750											
Fundações	28.890,00		14.445	14.445										
Alvenaria, vigas, pilares e laje	101.115,00				31.030	36.915	33.170							
Cobertura	40.500,00						16.500	24.000						
Instalações Hidr Sanit	31.500,00						7.500	7.500			7.500	9.000		
Instalações Elétricas	49.500,00						9.500	10.500			14.500	15.000		
Esquadrias e vidros	31.500,00								12.000	12.000			7.500	
Revestimentos e acabamentos	86.670,00						16.050	16.050	16.050	13.910	13.910	10.700		
Pintura	29.250,00											9.000	12.700	7.550
Serviços Complementares	13.500,00				1.000	1.000			3.000	3.000			3.000	2.500
Regularização e encargos	18.000,00													18.000

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DAS RECEITAS**

RECEITAS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
Valor de Mercado	927.768,00	0	52.824	52.824	52.824	52.824	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559	89.559

**CRONOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DOS SALDOS**

SALDOS	R\$ PROJ	Inicial	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
MENSAIS		-338.000	22.629	38.379	20.794	14.909	6.839	31.509	58.509	60.649	53.649	45.859	66.359	61.509
ACUMULADOS		-338.000	-315.371	-276.992	-256.198	-241.289	-234.450	-202.941	-144.432	-83.783	-30.134	15.725	82.084	143.593

## Quadro de cenários com a TIR

Com os dados trabalhados na Análise de Sensibilidade aplicada ao Cronograma Físico-Financeiro de um projeto de construção civil, elaboramos o Quadro de Cenários, incluindo-se agora, a Taxa Interna de Retorno – TIR, como segue.

### Análise de Sensibilidade - Quadro de Cenários para análise do Prazo de Retorno - n e TIR

Taxa de Expectativa -  $i(e) = 3,5\%$  a.m.

	<b>CENÁRIOS</b>	<b>n (mês)</b>	<b>TIR</b>
1°	Normal - condições iniciais	10	9,40%
2°	Redução Receitas em 7%	11	7,20%
3°	Redução Receitas em 7% e acréscimo em alguns custos	12	4,80%

Com a elaboração do Quadro de Cenários para esta análise, observamos que o retorno se dará entre 10 e 12 meses, considerando-se as variações que se entendeu como necessárias para uma boa avaliação quanto ao risco e principalmente quanto a uma segurança maior no seu planejamento, suas respectivas taxas internas de retorno.

Cada projeto tem suas características, portanto, a análise de sensibilidade deverá ser norteadada pelo Gestor do projeto, de forma mais conveniente ao momento, às suas disponibilidades e principalmente ao mercado.

## **BIBLIOGRAFIA**

- BUENO, R. L. S.; RANGEL, A. S.; SANTOS, J. C. S. Matemática financeira moderna. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- BRANCO, A. C. C. Matemática financeira aplicada. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- CARVALHO, L. C. S.; ELIA, B. S.; DECOTELLI, C. A. Matemática financeira aplicada. Rio de Janeiro: FGV, 2009.
- CAVALIERI, A. Gerenciamento de projetos. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.
- EHRlich, P. J.; MORAES, E. A. Engenharia econômica. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- FERREIRA, H. B. Redes de Planejamento – Metodologia e prática com PERT/CPM e MS Projct. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2005.
- FERREIRA, R. G. Engenharia econômica e avaliação de projetos de investimentos. São Paulo: Atlas, 2009.
- HIRSCHFELD, H. Engenharia econômica e análise de custos. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- LIMA, I. S.; GALARDI, N.; NEUBAUER, I. Mercados de investimentos financeiros. São Paulo: Atlas, 2006.
- MATHIAS, W. F.; GOMES, J. M. Matemática financeira. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- MEGLIORINI, E. Engenharia Econômica. Conceitos e Aplicações. 1. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2018.
- PESSOA, S. Gerenciamento de empreendimentos. Florianópolis: Insular, 2003.
- PUCCINI, A. L. Matemática financeira: objetiva e aplicada. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.
- PILÃO, N. E.; HUMMEL, P. R. V. Matemática Financeira e Engenharia Econômica. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- PIRES, L. M. Matemática Financeira com uso do EXCEL e HP12C. 5. ed. Distrito Federal: SENAC, 2015.
- SILVA, André L. C. Matemática financeira aplicada. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- TORRES, O. F. F. Fundamentos da engenharia econômica. São Paulo: Thomson Learning, 2006.

TOSCANO, L. C. Guia de referência para o mercado financeiro. São Paulo: Edições Inteligentes, 2004.

SHINOBA, C. Matemática financeira: para usuários do Excel. São Paulo: Atlas, 2003.

VALLIM, M. A.; PALAZOLLI, F.; QUINTAIROS, P. Matemática financeira. São Paulo: LCTE, 2011.

VANNUCCI, L. R. Cálculos financeiros aplicados e informatizados. São Paulo: Copidart Editora, 2001. ———. Cálculos financeiros aplicados e avaliação econômica de projetos de investimentos. São Paulo: Textonovo, 2003. ———. Matemática Financeira e Engenharia Econômica 2.ed. São Paulo: Blucher Editora, 2017.

VIEIRA SOBRINHO, J. D. Matemática financeira. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.