

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
PROFISSIONALIZANTE EM ADMINISTRAÇÃO**

“Validação do Modelo de Simulação para
Projeção de Resultados de Longo Prazo,
na área internacional da Petrobras”

EDUARDO CAVALCANTI GUIMARÃES

Orientador: Prof. Dr^a. Maria Augusta Soares Machado
Co-Orientador: Prof. Dr. Antônio de Araújo Freitas Júnior

Rio de Janeiro, 04 de novembro de 2004.

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Validação do Modelo de Simulação para Projeção de Resultados de Longo Prazo, na área internacional da Petrobras.

Eduardo Cavalcanti Guimarães

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA DAS FACULDADES IBMEC DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS.

Aprovada por:

1. _____
Prof. Dr^a Maria Augusta Soares Machado
Departamento de Administração, IBMEC - RJ

2. _____
Prof. Dr. Antônio de Araújo Freitas Júnior
Departamento de Administração, IBMEC - RJ

3. _____
Prof. Dr. Luis Alberto Nascimento
Departamento de Administração, IBMEC - RJ

4. _____
Prof. Dr. Reinaldo Castro de Souza
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC - RJ

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
NOVEMBRO DE 2004

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Antônio Freitas, pelos importantes esclarecimentos e orientação ao longo de todo o trabalho.

À Professora Maria Augusta, também pela orientação e incentivo para a condução adequada do estudo.

A Petrobrás, por viabilizar a realização de um sonho, ao oferecer as condições necessárias e, em especial, à gerência de planejamento e desempenho, na pessoa do Ângelo Milani Júnior que sempre incentivou o aprendizado e valorizou o esforço na busca pela qualidade.

Ao meu amigo Rodrigo Costa Lima e Silva, que com sua destacada capacidade e inteligência enriqueceu meu aprendizado com significativas contribuições, auxiliando-me em todos os momentos do curso.

À minha esposa, Ana Carla, e à minha filha, Laura, pela contribuição humana fundamental refletida na paciência, no incentivo, no conforto e em muita compreensão nas horas mais difíceis.

Ao meu pai, Mário, à minha mãe, Alaíde, e aos meus irmãos, Mário Neto e Taciana, que representam a base de tudo que sou hoje.

RESUMO

A validação é uma das etapas mais importantes do processo de construção de um modelo de simulação. O propósito do trabalho é validar o modelo de simulação, construído para representar os negócios da Área Internacional da Petrobras e para mostrar seu comportamento futuro, em função de uma variação nos preços internacionais do petróleo (*Brent Dated*). O foco principal está na análise da tendência apresentada para a rentabilidade (ROCE) e liquidez (EBITDA), a partir da cadeia de valor da indústria, espelhada em cada um dos segmentos nos quais atua. Ao mostrar que o modelo conceitual elaborado retrata adequadamente o funcionamento das atividades da empresa no exterior é possível testar a estratégia da companhia e antecipar seus resultados, explicitando os principais impactos da variação dos preços nos números da área internacional e auxiliando no processo de tomada de decisão estratégica. O presente trabalho mostrou em seus resultados que o modelo é válido e constitui uma boa representação da realidade dos negócios da Petrobras no exterior.

ABSTRACT

Validation is one of the most important steps to build a simulation model. The purpose of this work is to validate a model, built to represent all business of Petrobras International area and to show its future behavior, responding to changes in the international prices of crude oil (*Brent Dated*). The main aspect is the trend analysis for rentability (ROCE) and liquidity (EBITDA), based on the value chain of the industry, for all segments where the firm is operating. After showing that the conceptual model design is a good representation of the activities, it is possible to test company's strategy and to anticipate its results, highlightening the most important impacts in the international area figures as a result of variation in prices and supporting the strategic decision process. This work showed in its results that the model is valid and it is a good way to represent the real system for the business of Petrobras abroad.

SUMÁRIO

1. Introdução	01
1.1. A Evolução da Estratégia na Indústria do Petróleo	02
1.2. Petrobrás e o novo ambiente	04
1.3. Relevância	07
1.4. Delimitação	07
1.5. Objetivos	08
1.5.1. Objetivo Principal	08
1.5.1. Objetivos Específicos	08
2. Simulação	09
2.1. Aspectos Gerais	09
2.2. Definição	10
2.3. Classificação	14
2.4. Etapas	16
2.5. Aplicabilidade	21
2.5.1. Quando o uso é apropriado	21
2.5.2. Quando o uso é inapropriado	22
2.6. Vantagens	23
2.7. Desvantagens	25
3. Validação	27
3.1. Definição	27
3.2. Diferença entre Validação e Verificação	30
3.3. Técnicas de Validação	33
3.3.1. – Face Validity	35

3.4. - Processo de Validação	38
3.4.1 – Validação do Modelo Conceitual	40
3.4.2. – Validação dos Dados	41
3.4.3. – Validação Operacional	41
3.5. – Procedimento recomendado (Sargent, 1998)	43
3.6. – Dificuldades.....	45
3.6.1. Podem não existir sistema real	46
3.6.2. O que é o sistema real a ser analisado?	46
3.6.3. Os dados do sistema real são imprecisos	47
3.6.4. Não existe validação geral para o modelo	47
3.6.5. Pouco tempo para a verificação e validação de tudo ...	48
4. Aplicação Prática	49
4.1. Construção do Modelo de Simulação	50
4.2. Definição do Problema Entidade	51
4.3. Formulação dos Objetivos	52
4.4. Definição do Modelo Conceitual	52
4.5. Modelo Computacional	53
4.5.1. Modelo Segmento E&P	53
4.6. Validação do Modelo de Simulação	59
4.6.1. Resultados do Modelo	63
4.6.2. Comparativo: Simulação x Realização.	66
5. Conclusões e Recomendações.....	68
6. Referências Bibliográficas.....	71
7. Anexo I	75

1. INTRODUÇÃO

Em um mercado cada vez mais competitivo e globalizado, onde as incertezas e os desafios estão se tornando mais complexos, a estratégia se torna a principal fonte de alternativas para o bom posicionamento da empresa e a garantia de um crescimento auto-sustentável.

Na indústria do petróleo não é diferente e ações estratégicas podem levar a ganhos extremamente positivos ou podem, também, ser responsáveis por impor às empresas perdas vultuosas, que comprometam a saúde financeira das mesmas e coloquem em risco sua atuação no longo prazo. Um bom exemplo disso é o desempenho alcançado pela empresa Shell, quando comparado com as principais concorrentes do setor. Graças ao seu eficiente processo de planejamento estratégico, num período de grandes incertezas, onde a indústria passou a conviver com preços internacionais mais altos para o petróleo (Brent), ela foi capaz de responder rapidamente a essas novas condições de mercado, ajustando seus investimentos e aproveitando melhor as oportunidades para alavancar os seus ganhos (HEIJDEN, 2004).

Esse mercado é caracterizado pela predominância de poucas empresas e por riscos extremamente elevados, especialmente no segmento de Exploração e Produção, que impõem uma importante barreira de entrada e exigem um volume de recursos alto para a realização de qualquer investimento, em uma de suas atividades relacionadas.

Conforme explicitado por SANTOS (2003), a hegemonia americana do pós-guerra e as características da sua industrialização, ao longo das décadas de 1950 e 1960, fez com que o petróleo se solidificasse como a principal fonte energética do planeta, provocando um impressionante aumento tanto na sua demanda quanto na

oferta. O que tornou a indústria globalizada, já naquela época, e fez crescer ainda mais sua importância econômica, pois as empresas desse setor passam a representar um dos principais mecanismos de obtenção do crescimento sustentável para as nações.

Ao ressaltar essa importância das empresas do setor passa a existir uma maior necessidade de se trabalhar com um pensamento estratégico eficiente, que ajude no processo decisório e indique uma utilização ótima dos recursos financeiros disponíveis, dentro de uma visão de longo prazo, permitindo antecipar o comportamento dos negócios, para os diferentes cenários considerados, compatibilizando sua atuação com os objetivos de minimização dos elevados riscos, de garantia da sobrevivência e de potencialização dos retornos futuros da empresa.

1.1. A Evolução da Estratégia na Indústria do Petróleo

O petróleo vem se mantendo como a fonte energética mais utilizada pelos países para suportar suas indústrias e por isso tem um peso muito forte no processo de crescimento econômico das nações. O que mostra a sua importância estratégica e influencia na manutenção de um nível de demanda crescente pelo produto, deixando as empresas do setor em uma situação de mercado bastante confortável. Durante muito tempo elas programavam suas atividades com base num crescimento endógeno constante sem levar em consideração qualquer alteração de cenário, como uma mudança brusca de preços.

Contudo, com os choques do petróleo ocorridos na década de 1970, as características da indústria se alteraram consideravelmente e as empresas passaram a enfrentar um ambiente desconhecido e com elevado grau de incerteza, que exige alta capacidade de adaptação às novas condições impostas e respostas adequadas, em

tempo hábil, sem comprometer os objetivos de crescimento e lucratividade. Ou seja, as companhias petrolíferas passam a enfrentar uma nova realidade, significativamente diferente daquela existente no passado, para a qual não existe outra opção senão a de estudar cenários alternativos para o futuro e se preparar bem para responder a eles.

Atualmente a situação de competição se tornou ainda mais acirrada, pois novas fronteiras de produção aumentaram a força de alguns países, dentre os quais destaca-se a Rússia, detentora da segunda maior reserva de petróleo do mundo, que passaram a influenciar o nível de preços e trouxeram uma maior grau de incerteza a atividade.

Com isso se tem a necessidade de realização de uma boa estratégia, conforme defendido por HEIJDEN (2004), pois é necessário um pensamento estratégico eficiente em tempos de mudança acelerada, quando o tempo de reação da organização é uma variável fundamental para o crescimento e a sobrevivência. Afinal, reagir lento às mudanças do ambiente custa muito caro pode comprometer a efetividade das empresas, especialmente na indústria petrolífera onde qualquer ação de investimento significa imobilizar altas somas de dinheiro, as quais facilmente chegam a quantia de bilhões de dólares.

HEIJDEN (2004) reforça, ainda, que com a estratégia passa a ser valorizada a idéia de que é importante para as empresas definir antecipadamente e de forma clara onde ela deseja chegar e quais as ações ou políticas estratégicas a serem utilizadas para atingir o fim proposto. O objetivo maior é estabelecer uma prática gerencial estruturada e eficiente, de forma que os gestores de todos os níveis possam levar em conta os propósitos de longo prazo nas suas decisões.

Assim foi feito pela empresa Shell, que realizando um planejamento estratégico com uso de cenários, pôde responder rapidamente a uma mudança no nível de preços, transferindo seus investimentos da atividade de refino para exploração e produção, a fim de aproveitar seus melhores ganhos. Um ajuste que levou, apenas, dois anos para ser feito e colocou a empresa entre as maiores e mais lucrativas do setor petrolífero mundial. Principalmente porque as demais concorrentes levaram cerca de oito anos para absorver as alterações ocorridas no mercado e corrigir seus rumos (HEIJDEN, 2004).

Portanto, com os choques do petróleo ocorridos nos anos de 1973 e 1979 a indústria passa a ter que olhar para o futuro, pois o comportamento passado não mais explica as variações a serem experimentadas nos negócios. Daí a necessidade de se trabalhar com um planejamento estratégico estruturado que auxilie a tomada de decisão, através do uso de ferramentas que permitam a apresentação de uma gama de resultados possíveis para os negócios, antecipando o comportamento da empresa em resposta a diferentes cenários.

1.2. Petrobrás e o novo ambiente

A Petrobras foi criada pela lei N° 2.004, no ano de 1953, pelo então presidente Getúlio Vargas e tinha como objetivo principal representar uma política do governo federal para o setor petrolífero, que influenciada por um apelo nacionalista, determinou o monopólio das atividades de exploração e produção de petróleo, além de um controle regulatório do refino e da distribuição de derivados, que eram dominadas pelas multinacionais.

Após a sua criação a empresa evoluiu nas suas atividades exploratórias obtendo sucesso com os seus prospectos, em especial no recôncavo baiano. Contudo,

esse desenvolvimento não atingiu o nível de produção suficiente para garantir o suprimento nacional de petróleo e dos seus derivados. O que incentivou o princípio de um processo de internacionalização cujo foco inicial era responder a essas limitações na produção de petróleo e ao ambiente competitivo do mercado internacional. Assim foi criada no ano de 1972 uma subsidiária, a BRASPETRO, com o interesse de cuidar da expansão dos negócios da companhia no exterior, aproveitando as novas oportunidades surgidas nas áreas produtoras, principalmente nos países do Oriente Médio.

A quebra do monopólio para as atividades de exploração e produção de petróleo, aprovada pela lei Nº 9478, do ano de 1997, fez a Petrobras adotar uma postura mais agressiva, dentro e fora do país. Com isso foi definida uma visão de futuro expansionista que incluiu investimentos para a ampliação da sua posição nos mercados onde atua e a abertura de novos negócios em países nos quais a empresa não possui ativos, destacando a volta ao Oriente Médio, onde estão as maiores reservas de petróleo do mundo.

Em 1999, a Petrobrás passou por uma reestruturação organizacional e a empresa BRASPETRO se converteu na área de negócios internacional, cuja tarefa é de impulsionar os resultados dos seus ativos no exterior, privilegiando a rentabilidade dos seus negócios e a sua lucratividade. O objetivo maior passa a ser figurar entre as companhias de petróleo mais rentáveis do mundo, através da consolidação da sua posição como a maior empresa de petróleo da América do Sul e do aumento nas suas atividades dentro das áreas internacionais mais promissoras.

Portanto, a área internacional da Petrobras passa a enfrentar um desafio importante que é o de crescer num ambiente mundial mais competitivo, onde as garantias são menores e as incertezas fazem parte das atividades do dia-a-dia. Diante

disso, existe uma necessidade maior de planejamento de longo prazo para a companhia, reforçando a necessidade de um pensamento estratégico criterioso e estruturado que permita aos gestores analisar as várias alternativas de cenários, antecipando seus resultados e explicitando o desempenho dos negócios em função de mudanças na principal variável da indústria, que é o preço do petróleo no mercado internacional (preço de mercado - BRENT DATED).

Visando, então, atender essa nova demanda foi construído um modelo de simulação para a projeção de resultados de longo prazo, cujo objetivo era permitir que a estratégia definida pela companhia fosse testada. Contudo, é imprescindível que o modelo construído seja validado de modo a aumentar a confiança no mesmo, reconhecendo-o como uma boa representação do sistema real, pois desse modo os seus resultados corresponderão a informações de suma importância que auxiliarão no processo de tomada de decisão.

O presente trabalho busca a validação de um modelo de negócios que reflete a atuação internacional da empresa, em todos os seus segmentos, investigando se o modelo desenhado é capaz de ser utilizado para a confirmar qual a melhor ação estratégica a tomar. O processo de validação simplificado, sugerido pelo SARGENT (1998), com seus procedimentos específicos e uso de uma técnica subjetiva conhecida como *Face Validity* possibilitará o estudo do comportamento do referido modelo, corroborando sua precisão e consistência.

A pesquisa é de natureza qualitativa e se baseia na observância dos resultados obtidos para cada uma das atividades da indústria, nos segmentos de negócios E&P (Exploração e Produção), G&E (Gás e Energia), RTCP (Refino, Transporte, Comercialização e Petroquímica) e Distribuição, em função de alterações sugeridas

para o preço do petróleo e referenciada num padrão de funcionamento, sugerido por especialistas de cada um dos segmentos acima destacados.

1.3. Relevância

Inicialmente os pesquisadores da área de simulação estavam voltados para as contribuições que poderiam dar no âmbito operacional da empresa, testando o funcionamento de equipamentos, através da representação das condições que aconteceriam na realidade.

Com a evolução dos negócios essa técnica pôde ser utilizada para auxiliar no processo de planejamento estratégico das empresas, permitindo a visualização antecipada dos resultados, decorrentes das alterações promovidas nas variáveis chaves do sistema. O que possibilita uma grande economia de tempo e recursos financeiros e dá mais agilidade e confiabilidade ao referido processo (SILVA e KOPITTKKE, 2002).

Este estudo tem sua relevância baseada nesse conceito mais amplo de simulação, onde é ressaltada a importância da validação do modelo como forma de aumentar a confiança no seu uso e permitir a análise do comportamento de longo prazo para os principais indicadores estratégicos, demonstrando com aceitável precisão a situação da companhia no futuro.

1.4. Delimitação

O presente estudo se propõe utilizar uma técnica para a validação do modelo de simulação construído para a área internacional da Petrobras. O seu enfoque está restrito a essa parte da empresa supracitada, no âmbito das suas atividades, que estão representadas em cada um dos segmentos de negócios em que atua.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo Principal

Validar o modelo de simulação de resultados, construído para testar a estratégia da área internacional da Petrobrás, a partir da utilização da técnica de validação subjetiva conhecida como *Face Validity*, evidenciando a sua adequação para a definir a tendência de longo prazo, sob o enfoque financeiro de rentabilidade (ROCE) e liquidez (EBITDA).

1.5.2. Objetivos Específicos

- Apresentar um mecanismo que integre a visão dos resultados de longo prazo com as operações efetuadas nos segmentos de negócios.
- Sugerir uma forma confiável de realizar a projeção de resultados de curto prazo.
- Propor uma metodologia robusta para a simulação de resultados de longo prazo num nível menor da organização (Exemplo: para um país onde a empresa atua).
- Auxiliar o processo estratégico, a partir do teste da estratégia proposta, permitindo revisões que levem à escolha daquela que possibilitará um melhor resultado para os negócios da área internacional.

2. Simulação

2.1. Aspectos Gerais

O mundo que nos cerca pode ser definido como um conjunto de sistemas ou entidades (pessoas ou máquinas), que agem e interagem juntos em direção a algum fim lógico (SCHMIDT e TAYLOR, 1970). Esses sistemas despertam interesse com o passar do tempo e o estudo dos mesmos representa a tentativa de adquirir conhecimento acerca das relações que existem entre seus vários componentes, permitindo, assim, a previsão ou estimação dos resultados quando novas condições (parâmetros) são consideradas.

Inicialmente, a primeira alternativa para estudar o comportamento do mundo real é através da alteração direta dos dados físicos de um determinado sistema, fazendo-o operar sob novas condições, dispensando qualquer modelagem específica e trabalhando com a realidade. Contudo essa situação não é, na maioria das vezes, factível, em função do risco que existe de desestabilizar o funcionamento do sistema com a possibilidade de quebrar as suas regras de funcionamento.

Com o desenvolvimento experimentado pela ciência ao longo dos anos, especialmente no que diz respeito aos assuntos relacionados com a informática, tornou-se possível estudar de forma mais aprofundada os diversos sistemas que formam o mundo real.

Deste modo é usual que se construa um modelo que seja uma abstração de um sistema real e que mesmo com as inevitáveis limitações signifiquem uma representação da realidade a ser estudada, contendo os seus aspectos mais relevantes ou cruciais (CHECCHINATO, 2002).

Em alguns casos esses modelos podem ser simples o bastante para serem resolvidos por métodos matemáticos que usem equações diferenciais, teoria das

probabilidades ou outros métodos matemáticos. Nessa situação tem-se um modelo analítico cuja solução consiste de um ou mais parâmetros numéricos, conhecidos como medidas de *performance*. Contudo essa situação não é usual e, pelo contrário, representa uma exceção. A grande maioria dos sistemas existentes no mundo real é bem mais complexo e de difícil solução matemática analítica, exigindo um modelo de simulação que seja uma representação numérica dessa realidade ao longo do tempo.

Portanto, após definir e adotar um modelo matemático, resta saber se este é simples o bastante para permitir, através de um trabalho fácil com suas relações e quantidades, uma solução analítica exata. Ou se o sistema é tão complexo que o modelo a ser desenvolvido também se torna extremamente complexo e inviabiliza esse tipo de resposta analítica, incentivando a construção de um modelo de simulação que nada mais é do que um exercício numérico onde as entradas de valores são mudadas para ver como elas afetam os resultados, a partir da comparação de medidas de desempenho estabelecidas.

A simulação é, por essa razão, a alternativa de modelagem mais utilizada para representar os modelos conceituais, pois apesar da solução analítica ser preferível, ela é difícil e não existe para a maioria das situações, porque impõe altos custos de tempo e recursos para a sua utilização (WINSTON, 1996). Desse modo, mesmo sendo uma resposta aproximada para os problemas e representando uma imitação da essência das operações dos sistemas existentes, através de uma estrutura simplificada, os modelos de simulação correspondem a melhor alternativa para a geração de inferências sobre o comportamento dos sistemas estudados e sua *performance*, em resposta a variações experimentadas nas suas variáveis relevantes.

2.2. Definição

A literatura de simulação é rica e fascinante e a sua história começou com um artigo publicado em 1959 por Conway, Johnson e Maxwell que foram os primeiros a discutir conceitos de metodologia em simulação. Um pouco mais tarde, em 1963, Conway continuou na vanguarda e publicou um artigo no qual definia de maneira geral as técnicas a serem utilizadas num estudo de simulação. Técnicas estas que despertaram a atenção dos estudiosos e foram trabalhadas de forma bastante inteligente e elucidativa em um artigo publicado por Naylor e Finger, no ano de 1967.

Ao longo dos anos os conceitos foram amadurecendo e atualmente existem várias definições para simulação, porém na maior parte delas está presente a idéia de que ela é uma simplificação do mundo real, representando uma aproximação de razoável precisão em relação ao mesmo, contendo em si seus aspectos mais importantes.

Um cuidadoso trabalho de concepção do modelo de simulação extrai o que de mais importante existe na realidade, focando a análise nos aspectos cruciais e essenciais do funcionamento da mesma. Com isso o usuário e o analista contam com uma estrutura simples e manipulável que pode ser passível de utilização a qualquer tempo.

ROBERT E. SHANNON (1975) definiu simulação como um processo de desenvolvimento de um modelo que represente um sistema real e conduza experimentos com este para os propósitos de compreensão do comportamento deste sistema ou para a avaliação das várias estratégias (dentro dos limites impostos por um critério ou um conjunto destes) de operação do mesmo.

KNEPELL e ARANGNO (1993) definem a simulação como uma tentativa de modelar o mundo real, reduzindo-o para uma estrutura mais simples (modelo), que corresponde a uma representação limitada da realidade e visa atender os propósitos claramente definidos para o estudo ou aplicação.

NAYLOR (1971) dizia que a simulação é uma técnica numérica para a realização de experiências em um computador digital, as quais utilizam certos tipos de modelos lógicos que descrevem o comportamento de um sistema econômico ou de negócios (ou um aspecto parcial de um deles) sobre intensos intervalos de tempo.

FISHWICK (2004) afirma que simular é o mesmo que criar objetos artificiais e papéis para eles representarem, usando os computadores para que isso seja possível. Dessa forma o ambiente real é sintetizado, criando-se o mundo virtual que vai representá-lo. O grau de detalhamento dessa representação vai depender das saídas do modelo, pois quanto mais detalhadas forem estas maior o nível de detalhe do modelo.

Para FISHMAN (1996) a simulação é um experimento amostral realizado com o uso do computador. Qualquer simulação corresponde a um modelo que envolve valores desconhecidos, os quais podem variar aleatoriamente e pertencem a uma amostra populacional apropriada.

Saindo do aspecto técnico dessas definições e voltando-se um pouco mais para o mundo dos negócios, onde a tomada de decisão é um aspecto extremamente relevante no dia-a-dia das empresas, a simulação oferece um maior conforto aos gestores que podem antever os resultados das suas ações sem comprometer recursos da instituição.

Dessa maneira REIBSTEIN e CHUSSIL (1999) definem simulação como “um fac-símile da realidade (...)” que “visa mostrar o que ocorreria se as condições

pressupostas ocorressem na realidade”. Essa posição é reforçada quando eles também afirmam que “(...) As simulações competitivas oferecem aos gerentes uma alternativa para adquirir a experiência necessária antes de fazer o teste. Permitem que as empresas “vivam” experiências competitivas sem precisar comprometer dinheiros e esforços”.

MARTINELLI (1987) reforça essa idéia e na sua definição ressalta as economias com o uso da simulação, através de uma análise *ex ante*, afirmando que “a simulação é um meio de se experimentar idéias e conceitos sob condições que estariam além das possibilidades de se testar na prática, devido ao custo, demora ou risco envolvidos”.

Contudo vale a pena salientar que a definição de simulação deve considerar a sua utilidade e que por isso a construção desses modelos deve ser coberta de cuidados, especialmente no que diz respeito a definição dos parâmetros e das variáveis de entradas, com suas respectivas distribuições, para que os seus resultados não representem uma perda de tempo e levem a conclusões que não correspondem a realidade.

Neste sentido a observação de KOPITKE e CASAROTTO FILHO (1998) é de extrema importância, pois eles afirmam que “a simulação é uma arma poderosa, mas muito cuidado deve-se ter ao definir tipos e parâmetros de distribuição de cada variável, sob pena de obter resultados totalmente inúteis”.

PIDD e CASSEL (1998) definem de forma bastante ampla o conceito de simulação e abordam os vários aspectos associados a sua definição, afirmando que “a simulação permite que se verifique o funcionamento de um sistema real em um ambiente virtual, gerando modelos que se comportem como aquele, considerando a variabilidade dos sistema e demonstrando o que acontecerá na realidade de forma

dinâmica. Isto permite que se tenha uma melhor visualização e um melhor entendimento do sistema real, compreendendo as inter-relações existentes no mesmo, evitando assim que se gaste dinheiro, energia e até o moral do pessoal em mudanças que não tragam resultados positivos”.

2.3. Classificação

Após a definição de simulação é importante mostrar que esses modelos de simulação podem ser classificados de diferentes maneiras em função de características e relações que existem para os diversos sistemas existentes no mundo real.

Desse modo tem-se que os modelos de simulação podem ser classificados em função da influência do tempo nos seus resultados, da característica (aleatoriedade ou não) das suas variáveis de entrada e como essas variáveis mudam ao longo do tempo (em “saltos” no tempo ou de modo contínuo).

A seguir estão discriminadas as principais características de um modelo de simulação e suas respectivas definições:

- 1) Estático ou Dinâmico – definição obtida a partir da análise da variação dos resultados em função do tempo. Quando não houver a influência do tempo, o modelo será Estático. Caso contrário, havendo interferência do tempo nos resultados, o estudo será baseado num modelo Dinâmico;
- 2) Determinístico ou Estocástico – está relacionado com a característica das variáveis de entrada e dos resultados. Se um modelo não apresenta qualquer componente probabilístico, ele pode ser qualificado como Determinístico. Nele as quantidades de entrada e as relações no modelo têm sido

especificadas e geram um resultado determinado. Por sua vez, os modelos Estocásticos produzem resultados que em si são aleatórios e devem ser tratados como estimativas de características verdadeiras do modelo;

- 3) Discreta ou Contínua – depende da definição de evento como uma ocorrência instantânea que pode alterar a definição de um sistema. O modelo é Discreto quando com a alteração dos parâmetros, as variáveis de análise mudam imediatamente, em pontos separados do tempo. O que, conforme LAW e KELTON (1991), significa que matematicamente pode-se dizer que o sistema muda somente em um número de pontos contáveis no tempo. Por sua vez, quando a alteração dos parâmetros provoca uma mudança nas variáveis em pontos incontáveis no tempo, então o modelo em questão é definido como Contínuo. Vale ressaltar que escolher se será usado um modelo discreto ou contínuo depende das características do sistema e do objetivo do estudo. Ou seja, nem todo modelo de simulação discreta é utilizado para sistemas discretos, assim como nem todo modelo de simulação contínuo é usado para sistemas contínuos.

Baseado nas definições acima pode-se classificar o modelo de simulação dos resultados de longo prazo para a Área Internacional da Petrobras, utilizado no presente estudo, como sendo **Estático**, pois não apresenta variação dos seus resultados em função do tempo, com comportamento **Determinístico** das variáveis de entrada (e saída, conseqüentemente), com valores definidos pela gerência de estratégia da companhia, e que tem uma natureza **Discreta**, já que estas se alteram somente em um número de pontos contáveis no tempo.

2.4. Etapas

O trabalho de simulação exige uma modelagem, porém esse exercício associa tanto arte quanto ciência (PRITSKER, 1998), dando ao desenvolvedor a possibilidade de criar várias soluções alternativas. Apesar da liberdade que está associada a esse trabalho existe uma orientação geral acerca dos passos que devem ser tomados quando da realização de um estudo desse tipo, conforme afirma MORRIS (1967): “Embora não seja possível fornecer um conjunto de instruções que irá levar a construção de um modelo apropriado e de sucesso para todo os casos, existem algumas linhas gerais que podem ser seguidas”.

A arte de modelar está diretamente associada à habilidade de abstração dos principais aspectos de um problema, pois o conhecimento da essência de um sistema permitirá o alcance dos objetivos pretendidos sem impor custos desnecessários na sua construção e desenvolvimento.

Para obter sucesso na construção de um modelo de simulação BANKS et al (2001) propõe uma diretriz geral e destaca onze passos específicos, os quais apesar de não representarem uma seqüência rígida a ser seguida influenciam na sua performance e contribuem para alcançar os fins propostos com este tipo de trabalho.

Além dessas regras ou etapas a serem cumpridas é de suma relevância considerar na construção a participação do usuário final. Se este é envolvido em todas as fases e compreende bem a natureza do modelo, suas suposições e resultados, é mais provável que sua implementação seja mais fácil e apresenta maiores possibilidades de sucesso (PRITSKER, 1995).

Em suma, uma boa modelagem de simulação pode ser dividida em quatro grandes fases ou etapas: a) desenho geral , com a formulação do problema e a

definição dos objetivos do estudo; b) construção do modelo e coleta de dados; c) funcionamento do modelo; e d) implementação.

O começo de um estudo de simulação se dá pela clara definição de um problema, pois esse passo leva ao entendimento de quais questões devem ser respondidas pelo estudo e, ainda, se a metodologia da simulação é a solução mais apropriada. É importante salientar que a definição do problema deve ser bastante específica, a partir de uma análise ampla do mesmo, não estando baseada em suposições errôneas.

Em seguida é essencial que se esclareçam os objetivos (propósitos) do modelo para que seja possível orientar de modo claro a sua construção, definindo questões relacionadas com o seu grau de complexidade e os seus limites. Portanto, é extremamente importante estabelecer um alvo, já que a simulação é livre, para permitir inúmeras alternativas de solução que se não forem bem trabalhadas podem dificultar o estudo levando a um nível tal de complexidade que inviabilize sua solução com os recursos disponíveis.

Após esses passos inicia-se a fase de construção do modelo que começa com a sua definição conceitual, engloba os aspectos relacionados com a coleta dos dados, com a tradução do modelo conceitual em um modelo computacional e culmina com os trabalhos de verificação e validação do modelo. Passos fundamentais que afetam seu grau de complexidade e influenciam diretamente nos custos a serem incorridos ao longo de todo o processo.

Ressalta-se que descrever a realidade respeitando os objetivos pretendidos com a simulação representa uma tarefa de bastante relevância e complexidade, já que interpretar o mundo real significa buscar uma definição conceitual que mostre a sua essência, estabelecendo o que fará parte do modelo e o que não constará no desenho

da aplicação proposta. Afinal, não é possível estabelecer uma conexão perfeita entre todos os elementos do modelo e do sistema estudado (realidade), através da inclusão de todas as variáveis. Cabendo, assim, destacar apenas aquelas que são essenciais para representar o seu funcionamento e que em hipótese alguma podem ser excluídas.

A identificação das variáveis chaves do sistema ressalta os fatores que mais influenciam no comportamento do mesmo e exigem uma definição clara e precisa, pois qualquer erro de interpretação possibilitará comportamentos inesperados que impactarão fortemente nos resultados e levarão a construção de modelos equivocados e sem aplicabilidade para o problema proposto.

Seguindo as “regras gerais” para construção de um modelo, depois de identificar as variáveis chave é necessário que se tenha como descrever o comportamento das mesmas no mundo real (CHECCINATO, 2002). Assim será criado um padrão, a partir do qual se tem uma referência e uma base para as inferências que projetem os valores de saída em função (relacionados) do estabelecimento de certos dados de entrada.

Esses dados de entrada, por sua vez, consomem uma grande parcela do tempo total requerido para a realização de um estudo de simulação, sendo importante começar a executar essa atividade nos estágios iniciais do processo de modelagem, pois a partir da definição dos objetivos pretendidos já se pode ter uma idéia clara do tipo de informação que será solicitada e como ela deve ser coletada.

Com base nos objetivos já definidos e com o desenvolvimento das hipóteses que delimitam o estudo tem-se a construção do modelo propriamente dito. Dessa maneira é efetivada a saída do universo conceitual, onde é capturada a essência de um determinado sistema e definidas as regras de seu funcionamento, e iniciada a sua

tradução em uma estrutura computacional cujos conceitos correspondem a códigos de computador que deverão espelhar o trabalho da fase anterior (modelo conceitual), mostrando o comportamento esperado do sistema estudado.

A verificação do modelo mostra se este apresenta como se espera, funcionando conforme pretendido ou se foi cometido algum erro nas fases anteriores. Aqui é destacada alguma deficiência ou anomalia, a qual deve ser corrigida para evitar que sejam geradas conclusões equivocadas sobre o desempenho do sistema. Ou seja, são realizadas ações para impedir que a simulação leve a uma decisão custosa e ineficiente, pelos erros lógicos existentes no sistema (GAONA, 1995).

É importante ressaltar que nesse momento ainda não há a garantia total de que o modelo represente o mundo real, porém pode-se afirmar que, após esta fase, o modelo está livre de erros de programação.

A fim de mostrar a adequação do modelo de simulação ao mundo real é indicado que se realize o trabalho de validação, a partir da análise dos resultados obtidos e da sua comparação com os objetivos definidos no início do estudo, respeitando um grau relativo de precisão da informação, para mostrar se ele responde de forma acurada às questões específicas acerca do funcionamento da entidade ou sistema estudado.

Depois de concluídas as etapas anteriores é preciso que sejam determinadas as alternativas de simulação propostas para o estudo, que formarão o desenho experimental do estudo e servirão de base para a produção e análise dos resultados obtidos. Salientando que, caso seja necessário, em função das análises feitas, nessa fase podem ser solicitadas rodadas adicionais com o objetivo de refinar o modelo e obter uma melhor previsão das estimativas geradas para as medidas de *performance*, escolhidas para analisar seu grau de precisão.

Finalmente, tem-se a última etapa de um trabalho de simulação com a fase de implementação do modelo. Essa fase se divide em documentação e divulgação dos resultados, além da implementação propriamente dita.

O trabalho de documentação e divulgação de resultados deve ser dividido para considerar, primeiramente, os aspectos técnicos relacionados com a estrutura de programação de computador, que traduz o modelo conceitual, permite a realização de alterações no futuro e constrói uma maior confiança no programa por parte dos usuários e dos tomadores de decisão. Em segundo lugar, nessa fase deve ser permitido mudar os parâmetros para aprofundar o estudo nas variáveis chave do modelo, verificando o seu comportamento e as relações com as medidas de *performance* escolhidas. O que se constitui em uma excelente base para a realização de análises sobre os resultados obtidos para vários experimentos que podem ser realizados.

A cronologia do trabalho feito e das decisões tomadas concluem a parte de documentação e divulgação de um estudo de simulação. MUSSELMAN (1998) sugere que as publicações devem retratar a história de um projeto de simulação com informações freqüentes e que correspondem as várias fases do estudo, pois conforme afirma: “é melhor trabalhar com muitas fases intermediárias do que com uma data limite absoluta”. Desse modo os usuários finais e os tomadores de decisão poderão desfrutar de uma publicação final clara e concisa que contém todas as informações relevantes do estudo e auxilia na implementação do modelo simulação construído.

2.5. Aplicabilidade

2.5.1. Quando o uso é apropriado

O desenvolvimento de linguagens de simulação específicas, o aumento espantoso nas potencialidades do uso dos computadores e os avanços na sua metodologia, fizeram da simulação uma das ferramentas mais utilizadas no campo da pesquisa operacional e da análise de sistemas.

Ao longo dos últimos trinta anos vários autores vêm discutindo acerca da sua aplicabilidade, ressaltando sob quais circunstâncias essa ferramenta é mais apropriada e quando ela deve ter seu uso evitado. E dentre os aspectos que mais justificam o seu uso estão os seguintes (BANKS et al, 2001):

- Através da simulação é possível o estudo de um complexo sistema e suas iterações;
- Mudanças de informação, organizacional, e de ambiente podem ser simuladas e os seus resultados observados e analisados no comportamento do modelo;
- O conhecimento adquirido no processo de simulação poderá auxiliar na melhoria do sistema investigado;
- Com a alteração nas variáveis de entrada do modelo e a análise dos seus resultados, são detectadas as mais importantes e como elas interagem;
- No âmbito pedagógico, pode verificar e reforçar o resultado de uma solução analítica;
- Pode ser usada de forma experimental para testar novas alternativas, antes de implementá-las, mostrando o que pode acontecer com a decisão de tomar uma determinada ação;
- Ao simular diferentes capacidades podem ser determinados novos requerimentos;

- Permite o treinamento com baixo custo;
- Quando é possível a animação do modelo (uso de gráficos), o propósito pode ser visualizado; e
- Os complexos sistemas modernos inviabilizam soluções analíticas e as suas interações somente podem ser tratadas através da simulação.

2.5.2. Quando o uso é inapropriado

Da mesma maneira que existem aspectos positivos e situações favoráveis para o uso das simulações como forma de modelar um problema, ocorrem casos em que não é aconselhável que seja feito o uso dessa alternativa de modelagem.

BANKS e GIBSON (1997) mostraram dez situações nas quais o uso dessa metodologia é desaconselhável.

Inicialmente é ressaltado que a simulação não deve ser usada quando o problema pode ser resolvido com bom senso (ou senso comum), pois dessa maneira é economizado mais tempo e dinheiro em função da simplicidade da resposta para o problema.

A simulação, também, deve ser evitada quando o problema é passível de solução analítica, pois essa é sempre preferível (WINSTON, 1996). E mais ainda quando existe a real possibilidade de se efetuar experimentos diretos no sistema a ser analisado, sem a necessidade de qualquer abstração ou simplificação, em decorrência do baixo grau de complexidade que possibilita a verificação das alterações propostas e seus efeitos em tempo real com mudanças no próprio sistema.

Para realizar uma simulação é fundamental dispor de recursos financeiros e tempo, pois sem dinheiro suficiente e prazo para a efetivação do estudo não é possível alcançar os objetivos que foram propostos. Contudo, mesmo sem essas

restrições, se os custos a serem incorridos no estudo de simulação forem superiores aos valores a serem poupados com ele, não é indicado que o mesmo seja feito, dado que não é financeiramente vantajoso.

Outro ponto importante é que com o passar dos anos e o aumento da complexidade dos sistemas existentes tornou-se cada vez mais necessário considerar um volume elevado de dados. Assim, a simulação se torna inviável no caso de não poderem ser disponibilizados esses dados ou as suas estimativas (obtidas de uma amostra da população estudada).

Um modelo de simulação que não puder ser adequadamente verificado e validado tem a sua credibilidade ameaçada e compromete a qualidade dos resultados obtidos e, conseqüentemente, a sua análise.

As expectativas dos gerentes fazem parte de qualquer modelo de simulação pela sua forte relação com a definição do uso pretendido para o modelo, isto é, os seus objetivos. Sendo assim, quando as expectativas não são razoáveis ou factíveis, elas levam a objetivos despropositados que indicam um uso inapropriado da simulação devido a sua influência nos resultados.

E, finalmente, quando o grau de complexidade de um sistema é tal que inviabiliza uma representação adequada do comportamento através do uso de um modelo, não é aconselhável usar a simulação.

2.6. Vantagens

A utilização de modelos de simulação vem ganhando cada vez mais espaço como a melhor alternativa para a solução de problemas, inclusive em administração onde sua utilização tem sido mais freqüente nos processos de tomada de decisão.

Isso só foi possível pelo apelo que tem este tipo de solução, pois a simulação, conforme visto antes, é uma simplificação que mostra o que acontece no mundo real através da análise do comportamento das suas principais variáveis. Desse modo ela permite comparar diretamente suas saídas com valores que podem ser obtidos do sistema real em funcionamento.

Assim, em contraste com as soluções de otimização, nas quais se busca a melhor alternativa dentre todas possíveis, simular é criar um modelo que se propõe a representar um comportamento particular, utilizando para isso parâmetros de entrada e características específicas que refletem a natureza do sistema real, gerando diferentes resultados para cada uma das situações (alternativas) propostas.

Contudo, como em qualquer situação, apresenta aspectos positivos e negativos que devem ser observados e considerados quando da realização de qualquer estudo desse tipo. A fim de refletir esse aspecto PEGDEN, SHANNON e SADOWSKI (1995) relacionam as vantagens existentes para a realização dos estudos, destacando os seguintes pontos:

- Novas políticas, procedimentos operacionais, fluxo de informações, procedimentos organizacionais e outros aspectos podem ser explorados sem que seja necessário romper com as operações que estão “em andamento” no sistema real;
- Podem ser testados novas alternativas de operar o sistema sem que sejam comprometidos recursos;
- Podem ser testadas hipóteses acerca do por que e como certos fenômenos ocorrem;
- A variável tempo pode ser trabalhada ao longo do estudo a fim de melhorar a compreensão sobre o fenômeno estudado;

- *Insights* podem ser obtidos acerca da interação das variáveis;
- *Insights* podem ser obtidos acerca da importância das variáveis na *performance* do sistema;
- É permitida a análise dos pontos de estrangulamento (gargalos);
- O estudo de simulação ajuda a compreender como o sistema opera ao invés de como os indivíduos pensam que ele opera;
- Questões “*what-if*” são respondidas, auxiliando no desenho de novos sistemas.

2.7. Desvantagens

Após a análise das vantagens em se conduzir um processo de simulação, destacam-se as desvantagens que ressaltam quais as dificuldades a serem enfrentadas pelos desenvolvedores de um estudo de simulação e indicam que algo mais deve ser feito além de construir simplesmente um modelo.

Baseado, novamente, no estudo de PEGDEN, SHANNON e SADOWSKI (1995), são destacados os seguintes pontos:

- A construção de um modelo de simulação requer um treinamento especial. É uma técnica aprendida através do tempo com as experiências anteriores vividas ao longo dos anos. Por essa razão fica difícil estabelecer um padrão e duas pessoas podem modelar de forma bastante diferente um determinado problema.
- Os resultados da simulação podem ser de difícil interpretação em função da aleatoriedade (presente nos modelos estocásticos) das variáveis de entrada que geram saídas aleatórias, o que dificulta definir se as variações de

resultado estão associadas com as inter-relações do sistema ou com o comportamento dos números;

- Os estudos de simulação podem ser caros e consumir bastante tempo. E reduzir os recursos a serem utilizados para a modelagem e sua análise pode levar o modelo a não atender as expectativas definidas inicialmente;
- A simulação é usada em situações nas quais a solução analítica é possível ou preferível.

3. Validação

3.1. Definição

Os modelos de simulação vem sendo cada vez mais usados para resolver problemas, não apenas relacionados com as questões físicas ou operacionais de um determinado sistema, mas no auxílio ao processo de tomada de decisão. Contudo um dos potenciais problemas desse tipo de estudo está associado com a idéia de que os resultados obtidos tendem a ser tomados como verdade absoluta e mesmo que estejam equivocados são utilizados para a definição de uma ação específica. E quando isso ocorre a resposta obtida para o modelo não é a desejada. Sendo assim, é importante que o modelo que está sendo construído mostre um alto grau de confiabilidade e reflita de modo adequado o comportamento das suas principais variáveis. As informações geradas são analisadas pelos gestores de uma determinada empresa e servem de base para as decisões que influenciam o comportamento futuro de uma instituição. É de suma importância, então, garantir que tanto o desenho conceitual do estudo quanto os seus resultados apresentem um grau aceitável de precisão e possam ser tomados como verdadeiros pelos usuários. Portanto, é essencial para o uso da simulação como ferramenta de apoio à decisão que se tenha a garantia de que o modelo é válido e representa de forma adequada o mundo real, gerando números confiáveis para os propósitos pretendidos.

A validação não é um conjunto de procedimentos isolados, mas sim uma parte integrante do desenvolvimento do modelo, constituindo-se em uma das etapas da construção a qual deve ser cumprida a fim de produzir o grau de confiança necessária, que venha deixar o usuário da aplicação seguro quanto a utilização dos resultados obtidos.

BANKS et al (2001) define dois objetivos para esse processo. O primeiro está associado com a idéia de produzir um modelo que represente o comportamento do sistema real, e seja suficientemente preciso para permitir o uso deste como um substituto da realidade, para os propósitos de experimentação pretendidos. O segundo objetivo tem relação com o aumento de confiabilidade do modelo de tal sorte que influenciará no uso do mesmo pelos gestores (gerentes) ou outros tomadores de decisão.

SCHLESINGER et al (1979) afirma que validação é um meio de dar substância a um modelo computacional, dentro dos domínios definidos para sua aplicabilidade, reconhecendo um satisfatório grau de precisão e uma consistência com a aplicação pretendida.

Essa definição corrobora a importância de associar o processo de validação com o propósito definido para o modelo a ser desenhado, pois para que o processo de validação seja confiável é fundamental que os propósito ou os objetivos sejam definidos nos estágios iniciais da simulação sendo conhecidos antes de que possam ser validados.

Um modelo é considerado válido para um conjunto de condições experimentais se os resultados obtidos para as variáveis de interesse podem ser identificados e associados a um intervalo, definido como aceitável para aplicação pretendida (BALCI, 1997).

Vale ressaltar que se trata de uma tarefa muito difícil estabelecer a validade absoluta, considerando o domínio de aplicabilidade pretendido, em função do seu alto custo e do tempo necessário para esse fim. Devem, portanto, ser realizados testes e avaliações que conduzam o modelo até um nível de confiança suficiente (SARGENT, 1998). O que segundo ROBINSON (1997) mostra o processo como um

trabalho cujo objetivo maior é aumentar a confiança, não tendo como objetivo demonstrar precisão absoluta.

KING (2003) afirma de modo complementar que um modelo deve ser tão válido quanto necessário e não tão válido quanto possível, pois sempre haverá um dilema para o analista: precisão dos resultados *versus* custo de obtenção dos mesmos. Nessa linha de pensamento LAW e KELTON (1991) definem que a validação não pode resultar em um modelo perfeito, pois este somente poderia ser encontrado no sistema real. Portanto, para eles a validação determina se o modelo conceitual que representa a realidade estudada apresenta um aceitável grau de previsibilidade, sendo considerado suficientemente bom em função dos objetivos definidos.

É importante frisar que a complexidade do que se quer modelar influencia no processo de validação, pois quanto mais complexo é o desenho conceitual, mais difícil e custoso será o processo de validação do mesmo (BANKS et al, 2001).

Desse modo, a validação dará ao estudo uma confiabilidade relativa de que se tem uma representação precisa e que podem ser estimados os resultados a partir de uma mudança ou manipulação nos parâmetros do modelo.

A fim de facilitar esse processo, as medidas de desempenho devem incluir aquelas que o tomador de decisão utiliza para a avaliação do sistema real. Desse modo será mantida a coerência com as práticas da empresa, facilitando o trabalho de aceitação do modelo já que o mesmo apresentará as medidas que são conhecidas pelos gestores, quando analisando o mundo real.

Como foi citado antes, é importante para a simulação a sua validação, pois ela permite que se trabalhe com uma informação precisa que reflita a realidade do sistema real analisado. Em função dessa grande importância é imprescindível que ela seja tomada como um processo contínuo, o qual deve ser trabalhado ao longo do

desenvolvimento de toda modelagem, evitando que se construa um excelente modelo para o problema errado.

3.2. Diferença entre Validação e Verificação

Antes de prosseguir com as técnicas de validação é de extrema importância que se estabeleça a diferença entre este conceito e o de verificação. Ambos fazem parte das etapas de construção de um modelo de simulação, porém os focos são distintos e suas peculiaridades devem ser destacadas.

DAVIS (1992) afirma que a verificação é um processo de garantia de que o desenho (conceitual) se converteu em um modelo computacional com suficiente precisão. O que significa que o modelo correto foi construído. Um conceito que está aderente com o que foi defendido por SARGENT (1998), onde ele define a verificação como um processo de garantia que o programa de computador e a implementação do modelo conceitual estejam corretos. É importante estar atento para o tipo de software que será usado e a respectiva linguagem, pois esses aspectos influenciam na probabilidade de possuir um modelo correto. Portanto, usar um programa específico associado com uma linguagem de programação própria para estudos de simulação aumenta a probabilidade de gerar um programa correto, reduzindo, inclusive, o tempo gasto nessa tarefa. Contudo, deve ser ressaltado que ao mesmo tempo em que apresenta essas significativas vantagens, o custo dessa utilização se reflete numa perda de flexibilidade para o desenvolvedor, o que pode dificultar na fase de desenho do modelo conceitual (SARGENT, 1998).

Como alternativa à utilização de um programa específico e pouco flexível, os estudos de simulação podem ser realizados através do uso de planilhas eletrônicas, dentre as quais a que prevalece atualmente é o Microsoft Excel.

Conforme SEILA (2001) as planilhas fornecem uma plataforma útil para muitos problemas de simulação, em função das várias vantagens apresentadas e que estão associadas à sua disponibilidade e facilidade no uso, a interface intuitiva e as poderosas funcionalidades (matemáticas, estatísticas) nelas disponíveis. Sem esquecer dos programas suplementares, que podem ser facilmente associados e aumentam o poder de resposta dessas planilhas, disponibilizando funcionalidades adicionais que auxiliam na realização das rodadas de simulação, na análise dos dados de entrada e de saída e na análise de sensibilidade que nos mostra o comportamento das variáveis dentro do modelo em estudo.

Após a escolha do programa a ser usado deve ser definida a forma de testá-lo. Segundo FAIRLEY (1976) existem basicamente duas maneiras para efetuar esse teste: a) estático ou b) dinâmico. O teste estático é realizado através de algumas técnicas que estão associadas com a estrutura do modelo computacional, mantendo as mesmas condições. As que mais se destacam são a prova de correção, o exame das propriedades estruturais do programa usado e um “passeio estruturado”. Destas a terceira é a técnica a mais utilizada e foi aproveitada no presente estudo. Ela consiste no trabalho de convencimento para todo o grupo de desenvolvimento de cada um dos conceitos e códigos usados na programação. Por sua vez, o teste dinâmico promove a alteração das condições quando da execução do programa criado e os valores resultantes são utilizados para determinar se o programa e a sua implementação estão corretos. As técnicas mais utilizadas são o *trace*, investigação da relação dados de entrada-saída por diferentes técnicas de validação, cheques de consistência interna e reprogramação de componentes críticos para determinar se os mesmos resultados são obtidos.

3.3. Técnicas de Validação

Um modelo para conquistar a confiança dos usuários e ser considerado válido deve passar por alguns testes que indiquem sua adequação para a solução de um determinado problema. Com esse intuito SARGENT e BALCI (1984) descreveram várias técnicas de validação, as quais podem ser utilizadas de modo a apresentar aquela que é mais adequada para o estudo, ou seja, que corresponde a validação necessária para atingir o seu fim.

Quando é utilizado algum tipo de teste estatístico, geralmente teste de hipótese e intervalos de confiança, ou um procedimento matemático, tem-se o que se chama de validação objetiva. Caso esse processo seja baseado em técnicas que não envolvam os procedimentos acima citados, o trabalho de validação se baseia em critérios subjetivos e a opinião pessoal tem um maior peso no momento de decidir se o modelo é válido ou não. Portanto, quanto mais formal um processo, maior a necessidade de utilização de métodos objetivos onde predominam a estatística e a matemática. Por outro lado, com um processo informal há a predominância de técnicas mais subjetivas que atribuem maior peso às opiniões de pessoas especializadas que detenha um elevado grau de conhecimento sobre o assunto (KNEPELL e ARANGNO, 1993).

BALCI (1997) ressalta que as técnicas informais são as mais comumente utilizadas. Contudo não se deve confundir essa informalidade com desestrutura ou falta de orientações gerais. Pelo contrário, essas técnicas são aplicadas respeitando etapas bem definidas dentro de diretrizes mais amplas que direcionam o trabalho e podem ser bastante efetivas se forem empregadas de modo adequado.

Adicionalmente, BALCI (1997) define como preferíveis as técnicas formais baseadas provas matemáticas, sendo elas o meio mais efetivo de promover um

processo de validação de um modelo. Entretanto, ao mesmo tempo ele reconhece que nem sempre esse tipo de solução é factível, pois mesmo os sistemas com razoável grau de complexidade não podem usar essas técnicas. Restando assim a importante tarefa de servir como base para a fundamentação de outras técnicas de validação. Um aspecto reforçado por YÜCESAN e JACOBSON (1992) que mostraram através de teoremas ser impossível estruturar um processo de validação completamente objetivo.

Em SARGENT (1998) são destacadas algumas das técnicas, objetivas e subjetivas, mais utilizadas no processo de validação. São elas:

- Animação – mostra o comportamento operacional do modelo, usando gráficos à medida que o modelo se move ao longo do tempo;
- Comparação com outros modelos – usar outros modelos que tenham sido validados para que se compare com os resultados obtidos com outro modelo também válido;
- Teste de Degeneração – testa o comportamento do modelo através da seleção apropriada de valores de entrada e parâmetros internos;
- Testes de Condição Extrema – busca saber se em condições limite a estrutura do modelo e suas saídas são plausíveis;
- Validação dos Dados Históricos – com a disponibilidade de dados históricos uma parte pode ser usada para desenvolver o modelo enquanto a outra fica livre para ser utilizada para testar o comportamento do mesmo;
- Métodos Históricos – correspondem a três tipos de métodos de validação. O primeiro corresponde ao racionalismo, onde se assume que todos reconhecem que as suposições do modelo são verdadeiras. O segundo diz respeito ao empirismo, o qual requer que todas as suposições e resultados sejam

empiricamente validados. E, por fim, o positivismo econômico que se preocupa em saber se o modelo é capaz de prever o futuro sem se preocupar com as suposições ou estrutura;

- Validação Multi-Estágio – advogado por NAYLOR e FINGER (1967) tem como proposta combinar os três métodos históricos antes citados;
- Validação Interna – utilizada para observar a consistência do modelo em função da sua variabilidade estocástica, a partir de várias replicações. Uma elevada variabilidade indica falta de consistência e pode gerar um modelo com pouca credibilidade;
- Gráficos Operacionais – objetiva mostrar o comportamento dinâmico dos indicadores de *performance*, através de gráficos que variam em função de mudanças provocadas ao longo do tempo;
- Variabilidade do Parâmetro e Análise de Sensibilidade – consiste em mudar os valores dos parâmetros internos e dos dados de entrada a fim de analisar o comportamento do modelo e seus resultados, observando a ocorrência de uma mesma relação tanto nele quanto no mundo real;
- Validação Preditiva – utilizada para a previsão do comportamento do sistema, comparando-o com aquele observado na realidade;
- Traces – trabalha a lógica estabelecida para o modelo analisando o comportamento do mesmo ao longo de toda a sua estrutura;
- Teste de *Turing* – usa o conhecimento de especialistas perguntando-lhes se é possível discriminar os resultados do sistema e daqueles apresentados pelo modelo.
- *Face Validity* – corresponde a utilização de especialistas que com o seus níveis de conhecimento sobre um determinado sistema deve confirmar se o

modelo e seu comportamento são adequados. Ela é usada para determinar se existe uma lógica correta no modelo conceitual e se as relações entrada – saída são razoáveis.

Desse modo, o uso das técnicas acima discriminadas permite o cumprimento satisfatório das etapas de validação, sejam elas no nível dos submodelos ou do modelo de uma forma geral, aumentando o seu grau de confiabilidade, em decorrência dos testes (subjetivos ou objetivos) realizados, que mesmo não demonstrando uma precisão absoluta, são suficientes para apresentar acuracidade e adequação ao objetivo proposto.

3.3.1. *Face Validity*

As técnicas acima mencionadas são o suporte do analista para oferecer uma simulação que apresente uma correspondência forte com o mundo real, através de um desenho conceitual adequado, cujos resultados obtidos correspondem ao que se espera observar de fato quando as variáveis e os parâmetros do sistema são alterados. Desse modo fica claro que um modelo para ser considerado bom deve atender a expectativas, as quais estão associadas aos desejos dos usuários (incluindo os potenciais) e dependem do conhecimento de pessoas que tenham adquirido ao longo dos anos uma grande experiência no assunto, sendo capazes de salientar as principais características de um sistema e o seu funcionamento (KNEPELL e ARANGNO, 1993).

Desse modo fica claro que para um modelo ser considerado válido é fundamental que ele seja reconhecido como tal pelas pessoas que vão utilizá-lo e por aqueles que dominam o conhecimento acerca do tema que está sendo estudado. Ou

seja, por mais úteis que sejam os testes estatísticos e que eles auxiliem no processo de validação, é fundamental que os testes subjetivos sejam realizados a fim de considerar a opinião das pessoas envolvidas na solução do modelo e na análise dos seus resultados.

Como consequência o uso do *Face Validity* como técnica de validação apresenta-se como uma excelente alternativa para o processo de validação e segundo NAYLOR e FINGER (1967) deve ser o primeiro passo para a construção de um modelo.

Ao aplicar essa técnica, então, deve ser promovido o envolvimento do usuário desde a fase de concepção do modelo conceitual até o último passo previsto que é a implementação. Dessa maneira é aumentado o grau de realismo esperado para a simulação e esta será suportada por suposições robustas e dados confiáveis, dando ao usuário da informação uma maior confiança quando do uso dos resultados obtidos para a tomada de decisão (BANKS et al, 2001).

A fim de melhor explorar essa técnica é aconselhável a realização de testes que permitam uma análise de sensibilidade na qual os usuários e os *experts* no assunto respondam se o modelo tem o comportamento esperado quando as variáveis de entrada são modificadas. Porque baseado na experiência, na comparação com outros modelos e até mesmo com as observações obtidas do sistema real eles têm uma noção clara acerca da direção esperada para os resultados em decorrência das alterações propostas nas variáveis.

É salientado por BANKS et al (2001) que pode ser associado um teste objetivo à técnica *Face Validity*, usando técnicas estatísticas apropriadas para a realização da análise de sensibilidade, a qual dependerá da disponibilidade dos dados do sistema real e do custo de tempo e dinheiro associados à sua realização.

Em suma pode-se dizer que o *Face Validity* é uma técnica que apresenta muitas vantagens para a aplicação no processo de validação dos modelos de simulação, pois conforme salientado por BALCI (1997) a subjetividade é, e sempre será, parte dos processos de credibilidade dos estudos de simulação de sistemas complexos. Afinal, não existe uma regra para que os estudos de simulação sejam feitos e duas pessoas podem gerar (e provavelmente o farão) dois modelos distintos e válidos ao mesmo tempo. Ou seja, simular é uma arte e o processo de validação depende da situação, especialmente no que diz respeito à disponibilidade de recursos financeiros e de tempo.

É fundamental, apenas, tomar alguns cuidados para que essa técnica seja bem sucedida em seu uso, sendo imperioso uma boa descrição do modelo conceitual e o conhecimento e aceitação dos cenários escolhidos, pois a partir daí se tem uma clara idéia dos propósitos do estudo e do seu domínio de aplicabilidade que servirá de base para a validação. Ademais, é com base nesses aspectos iniciais que os especialistas e usuários realizarão suas análises, indicando as possíveis fraquezas observadas no modelo, que corresponderão a potenciais áreas de risco, as quais devem ser trabalhadas e corrigidas para que ele (o modelo) possa ser considerado válido e apresente os resultados esperados. Portanto, através do uso da técnica *Face Validity* tem-se um processo de validação confiável, capaz de poupar preciosos recursos, no qual serão destacadas as forças e fraquezas do modelo conceitual apresentado, que ao serem corrigidas indicaram a correção da proposta e representarão a validade do modelo conceitual em estudo.

3.4. Processo Validação

Conforme SARGENT (1998) ressaltou existem, basicamente, três aproximações que influenciam na decisão acerca da validade de um modelo de simulação e cada uma delas deve ser considerada, pela equipe de desenvolvimento do modelo em estudo, como uma das partes do processo.

O processo mais comum é deixar para a própria equipe de desenvolvimento a decisão de se o modelo é válido ou não. Ou seja, fica a cargo daqueles que têm a incumbência de construir o modelo, também validá-lo. Evidentemente é uma alternativa que carrega em si um alto grau de subjetividade e tem como base os resultados dos vários testes e avaliações que devem ser conduzidas durante a construção do modelo.

Uma segunda alternativa é usar um elemento externo à equipe de desenvolvimento para decidir acerca da validade do modelo. Essa participação ocorre após a conclusão do trabalho de desenvolvimento e esse “terceiro” elemento não pode ter vínculos com a equipe de desenvolvimento nem com os patrocinadores do estudo. É uma opção que também se baseia em critérios subjetivos, porém apresenta como problema principal o fato de geralmente ser bastante custosa e demandar muito tempo para ser concretizada (WOOD, 1986).

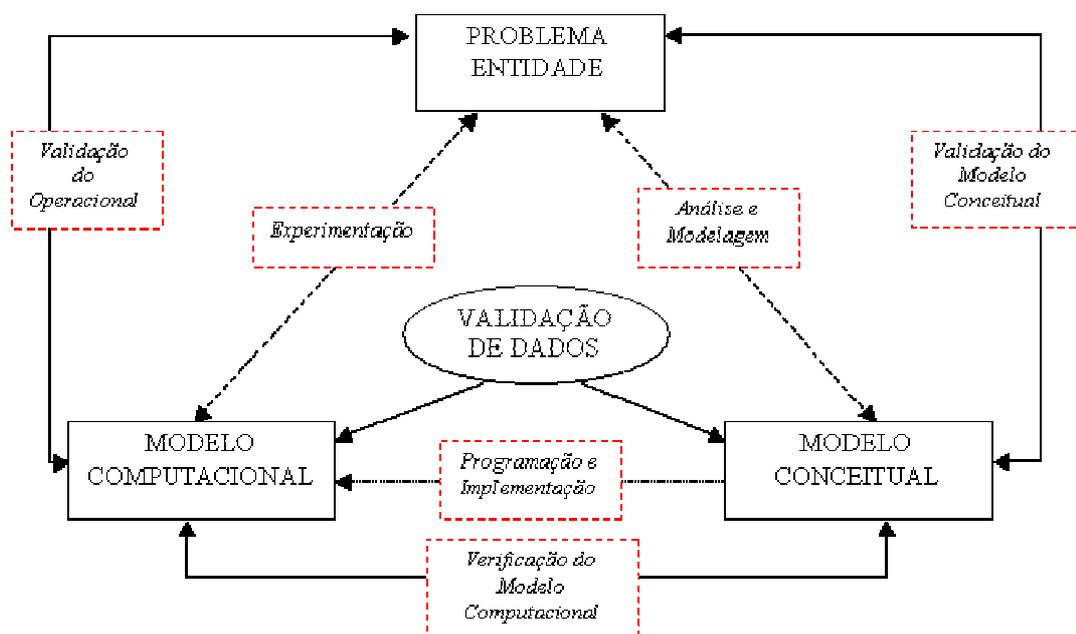
A terceira e última alternativa para determinar a validade é usar um modelo de notas. A sua base está na criação, subjetiva, de pesos relacionados com os vários aspectos do processo de validação, gerados durante a sua condução, os quais são combinados para determinar as notas de partes do modelo e do estudo como um todo. O modelo, então, será considerado válido se sua nota, para as suas partes (submodelos) e para o todo, são maiores do que alguma nota de referência que foi estabelecida (GASS e JOEL, 1987).

Definida qual a abordagem de validação que se vai trabalhar, tem-se como passo seguinte a escolha do processo. Um aspecto mais amplo e que tem como características principais a existência de dois possíveis caminhos a seguir:

- Usar um processo de desenvolvimento que seja detalhado e com muitas etapas;
- Usar um processo de desenvolvimento que seja simplificado.

Conforme BANKS, GERSTEIN e SEARLES (1988), após um extenso trabalho de revisão, onde foram exaustivamente testadas as duas alternativas mencionadas acima, o modelo que tem um processo simplificado mostrou melhores resultados, principalmente porque deixa mais claro o processo de validação para todos os envolvidos no estudo.

Esse processo simplificado, explicitado acima, pode ser representado de forma gráfica e simplificada pelo modelo desenvolvido por SARGENT (1982), cuja estrutura é desenhada a seguir:



Esse desenho corresponde a uma expansão da primeira estrutura proposta para modelagem usando simulação, definida pelo *Technical Committee on Model Credibility*, criada pela *Society for Computer Simulation*, no ano de 1979. Conforme ressaltado, ele respeita o processo simplificado e pode ser explicado a partir dos seus três elementos básicos:

- O Problema Entidade – é o fenômeno a ser modelado, o problema, a idéia ou um sistema (real ou proposto);
- O Modelo Conceitual – é a representação matemática, lógica ou verbal do problema entidade que será desenvolvida para um estudo particular através das fases de modelagem e de análise;
- O Modelo Computacional – é a implementação do modelo conceitual em um computador, através de uma fase de programação.

3.4.1. Validação do Modelo Conceitual

Segundo SARGENT (1998) o que se busca com essa estrutura simplificada é ressaltar que a validação de um modelo conceitual significa ter como corretas as teorias e suposições que o compõem reconhecendo que o mesmo é uma representação razoável do sistema (problema entidade) que se deseja estudar e a sua estrutura e lógica refletem a relação causal para os objetivos pretendidos para o modelo.

As suposições sobre as quais se baseiam o modelo se referem ao problema entidade e devem ser testadas usando análises matemáticas e estatística, quando possível, as quais definirão aspectos importantes, tais como a distribuição de dados e estimação dos valores dos parâmetros.

A estrutura lógica e as relações de causa e efeito estabelecida entre as variáveis são testadas com a aplicação da técnica *Face Validity*, onde os especialistas no problema em questão avaliam a adequação e precisão dos resultados, respeitando os propósitos pretendidos no estudo.

3.4.2. Validação dos Dados

Apesar de não ser considerada parte do processo de validação do modelo, a validação dos dados ocupa lugar de destaque, conforme defendido por BANKS et al (2001), pois frequentemente o uso de dados inadequados tem sido uma das principais causas do insucesso de tentativas de validação e, além disso, é comum que sejam gastos muito tempo e dinheiro para a obtenção de dados precisos e adequados.

A validação dos dados representa a garantia de que foi coletada uma quantidade suficiente para permitir o estabelecimento das relações lógicas e matemáticas, representativas da realidade, e o teste das suposições que foram estabelecidas inicialmente nesse processo. Adicionalmente, eles são de suma importância para o processo de validação operacional, onde se expressa o comportamento do modelo e é realizada a condução de experimentos que possibilitam a comparação deste com a realidade. Assim com a coleta dos dados adequados são respeitados os passos iniciais para a construção de um modelo conceitual correto e válido, para os propósitos do estudo.

3.4.3. Validação Operacional

O objetivo principal desta validação é mostrar o comportamento do modelo construído para saber se o desenho conceitual está adequado aos propósitos do

estudo ou existe algum erro de programação ou, ainda, se os dados utilizados são corretos.

A fim de realizar essa etapa é necessário considerar o uso do modelo computacional e demonstrar que ele é consistente com o problema entidade que se pretende representar. Desse modo é possível testar as alterações nas variáveis e/ou parâmetros e perceber quais os resultados obtidos.

KNEPELL e ARANGNO (1993) afirmam que a validação operacional corresponde a comparação da *performance* do modelo comparada com o sistema real, após a variação no parâmetro de entrada, caso seja possível. Os resultados obtidos com essa mudança podem ser comparados com outro modelo ou com um padrão de comportamento pré estabelecido.

É importante observar que para a realização dessa validação é fundamental que seja possível a obtenção de dados do problema entidade ou sistema que se está analisando, pois dessa maneira eles podem ser usados tanto no modelo quanto no sistema real indicando qual o comportamento que se espera com uma alteração nas suas principais variáveis (SARGENT 1998).

Em suma, com a validação operacional se espera obter a garantia de que ao rodar o modelo, considerando as mesmas condições de entrada (variáveis e parâmetros), os resultados obtidos são similares àqueles mostrados no mundo real ou em outro modelo similar. É importante, porém, ressaltar a observação de ROBINSON (1994) de que em ambos os casos os resultados obtidos estão relacionados com amostras e para aumentar o seu nível de confiança é necessário seguir procedimentos experimentais, com a realização de replicações múltiplas.

Quando os dados não estão disponíveis ou apresentam pouca precisão, ROBINSON (1997) ressalta que os critérios subjetivos devem predominar e a

avaliação realizada com base nas expectativas ou mesmo na intuição dos especialistas no assunto. O que denota a utilidade do *Face Validity* dentro do processo de validação, pois apesar de ser uma técnica baseada na subjetividade, ela permite a um custo acessível (dinheiro e tempo) realizar as análises necessárias inerentes às situações complexas enfrentadas na realidade.

3.5. Procedimento proposto (SARGENT, 1998)

Baseado no estudo do BANKS et al (1988) no qual se chega à conclusão de que o processo de validação simplificado é preferível àquele mais detalhado, SARGENT (1998) recomenda um procedimento padrão que contém oito passos específicos, os quais se respeitados proporcionarão um processo de validação robusto e que atende aos propósitos de aumento na credibilidade do modelo de simulação desenvolvido.

O primeiro passo para desenvolvimento de um modelo é garantir que há um acordo entre os membros da equipe de desenvolvimento, o patrocinador e os usuários, para a especificação do tipo de aproximação a ser utilizado e da respectiva técnica de validação.

Em seguida deve ser determinado o grau de precisão esperado para os resultados das variáveis de interesse, antes de iniciar o desenvolvimento do modelo ou, na pior das hipóteses, no momento inicial da referida fase.

O teste das suposições e teorias que suportam o modelo devem ser realizados sempre que possível, pois a sua validação impacta em todo processo e corrobora a correção do desenho conceitual.

Em cada fase do processo de construção do modelo é importante realizar um teste de *Face Validity*, a fim de garantir que as partes estão validadas, tornando mais simples a tarefa de alcançar a validação para o modelo como um todo.

É importante, também, fazer a validação operacional em cada fase, usando o modelo computacional. Dessa maneira tem-se a garantia que o comportamento esperado está sendo similar ao observado no sistema real. Ou, de outro modo, podem ser verificados problemas que prejudiquem a *performance* da simulação e impactem no nível de confiabilidade esperada. É nesse instante que são levantadas as áreas potenciais de risco, as quais devem ser ajustadas a fim evitar uma falha no processo de validação.

Na última fase da construção, na medida do possível, deve ser feita uma comparação entre os resultados do modelo e do sistema real para, no mínimo, dois conjuntos de condições experimentais. Ou seja, devem ser alteradas as premissas de preenchimento do modelo, a partir de modificações nos cenários definidos para rodar a simulação.

Não pode ser esquecido de desenvolver uma documentação clara e objetiva acerca do estudo, porque tanto para o uso do modelo como para a realização de melhorias futuras é necessário ter uma idéia firmada do sistema analisado e as características observadas quando da sua construção, em todas as suas etapas.

E, finalmente, para os casos em que o modelo vai ser usado em mais de um período de tempo deve ser montado um cronograma de revisões periódicas do processo de validação. Afinal, o mundo é dinâmico, as condições mudam e o que é válido hoje pode não ser amanhã. Por esta razão é necessário que a modelagem seja sempre atualizada e validada, a fim de considerar as novas características e

suposições do mundo real, para continuar representando de forma adequada o sistema analisado.

É importante frisar que essa proposta não constitui um padrão, conforme ressaltado por KLEIJNEN (1996), pois infelizmente o interesse pelo tema de validação foi insuficiente para estabelecer uma teoria padrão e universalmente aceita.

De qualquer modo o que se deseja é obter uma linha geral que oriente o referido processo e garanta o estabelecimento de uma simulação válida para o problema entidade ou sistema a ser estudado, atendendo os objetivos inicialmente traçados na fase de preparação do estudo. Ciente de que o fim dele não é gerar um resultado com precisão absoluta, mas sim preciso o bastante para atender as necessidades do estudo.

3.6. Dificuldades

O processo de validação não é uma tarefa simples e para que ele apresente os resultados desejados é necessário que sejam superadas algumas dificuldades inerentes a ele.

ROBINSON (1997) discute com detalhes essa questão e destaca cinco problemas a serem enfrentados ao longo do processo e que influenciarão as etapas de construção e validação de um modelo de simulação. São eles:

- 1) Podem não existir sistema real para realizar estudos de comparação;
- 2) O que é o sistema real a ser analisado?
- 3) Os dados do sistema real são imprecisos;
- 4) Não existe validação geral para o modelo;
- 5) Não há tempo suficiente para realizar a verificação e validação de tudo.

3.6.1. Podem não existir sistema real

Existem casos em que são desenvolvidos modelos que representam sistemas alternativos, ainda não existentes no mundo real, e que por essa razão não apresentam possibilidade de comparação. Com isso o processo de validação se torna mais difícil, pois o que se pretende é antecipar uma ação, modificando o mundo real, impossibilitando extrair qualquer suposição, variáveis ou parâmetros. Estes passam a apresentar um comportamento aleatório cuja base de comparação com o mundo real não é possível se obter.

Mesmo nos casos em que o modelo representa um sistema existente, a validação pode ser dificultada quando a esse são agregados novos métodos de operação, que modificam o sistema atual adicionando-lhe novas características. Um modelo que é válido para representar um sistema já existente, não apresenta o mesmo grau de certeza de que ele mantenha sua validade quando mudanças são feitas naquele sistema.

3.6.2. O que é o sistema real a ser analisado?

As interpretações acerca do mundo que nos cerca são diferentes entre as pessoas, e por isso, geralmente, um mesmo problema não é igualmente modelado. Pelo contrário, as diferenças são sempre visíveis e mostram o que CHECKLAND (1981) chama de visão de mundo. Desse modo, validar um modelo passa a ser uma tarefa mais difícil porque é muito complexo definir a interpretação que deve ser usada para a construção e validação do modelo. Afinal, um modelo que é válido para uma pessoa, pode não ser para outra.

3.6.3. Os dados do sistema real são imprecisos

A coleta de dados é muito importante para a construção e validação de um modelo de simulação, porém sua obtenção com bom grau de precisão não é fácil e influencia na determinação dos resultados. Mesmo quando eles apresentam uma boa previsibilidade a validação pode conter imprecisões, já que são trabalhadas amostras e estas dependem de vários aspectos, tais como tamanho ou horizonte de tempo. Portanto, a informação que se obtém corresponde a uma resposta probabilística e não uma resposta definitiva acerca do problema.

3.6.4. Não existe validação geral para o modelo

A importância de definir os propósitos de um estudo de simulação está relacionada com o reconhecimento de que é muito difícil (senão impossível) obter um modelo que seja válido para todos os propósitos, incluindo os potenciais. E mesmo que isso fosse possível a sua construção exigiria um grau de complexidade tal que consumiria muito tempo de construção e operacionalização, exigindo altas somas de recursos financeiros. O que vai de encontro ao princípio defendido por ROBINSON (1994) de manter os modelos tão simples quanto possível para realizar a tarefa que se tem em mãos.

Por esta razão o modelo somente é válido para os propósitos específicos que foram definidos para ele. O que impõe a realização de novos processos de validação quando ocorre alguma modificação no objetivo desenhado para o estudo de simulação, já que, infelizmente, o único modelo amplamente válido é a realidade.

3.6.5. Pouco tempo para a verificação e validação de tudo

A variável tempo é incontrolável e representa um fator limitante para qualquer processo, inclusive o de validação. Quanto mais tempo disponível melhor a validação, ressaltando-se que é impossível obtê-la de forma absoluta. O objetivo principal, portanto, é um aumento na confiança do modelo. Porque na realidade não se pretende demonstrar que um modelo é correto, mas sim que ele é incorreto. E quanto mais testes se faz sem provar que o modelo é incorreto, maior a confiança que o usuário adquire nele. Portanto, o principal objetivo de um processo de validação é, em última análise, aumentar o grau de confiança no modelo e nos seus resultados, deixando em um segundo plano a busca pela precisão.

4. Aplicação Prática

A aplicação prática se refere à validação de um modelo construído para simular os resultados de longo prazo da Área Internacional, em todos os seus segmentos de negócios, a partir da sua cadeia de valor. SHANK e GOVINDARAJAN (1997) afirmam que esta representa “o conjunto de atividades criadoras de valor desde as fontes de matérias – primas básicas, passando por fornecedores de componentes e até o produto final entregue nas mãos do consumidor”.

Conhecendo, então, o funcionamento da indústria é possível analisar os impactos que uma determinada decisão estratégica tem sobre os negócios da companhia, verificando se ela ao ser aplicada promoverá os resultados esperados ou esses não serão suficientes para atingir as metas traçadas. Ou seja, com o uso da cadeia de valor, representado em um modelo de simulação, associado à estratégia da empresa, o gestor passa a ter uma visão antecipada dos impactos que ocorrerão nos negócios em função de alguma escolha feita. O que melhora o processo, pois como ressaltou SILVA e KOPITTKKE (2002) as estratégias somente poderão ser analisadas se as empresas são capazes de conhecer como é seu processo de agregação de valor. O que significa dizer que ela deve saber como utilizar seus recursos de modo eficiente para alcançar seu objetivo de atender as expectativas de geração de valor do acionista.

Portanto, a partir da idéia de cadeia de valor, se optou por desenvolver um modelo de simulação para expressar os resultados de longo prazo da Área Internacional da Petrobrás, representando adequadamente os movimentos esperados para os resultados dos negócios em função de alterações nos valores das principais

variáveis e dos parâmetros, decorrentes dos vários cenários de preços para o petróleo, traçados pela área de estratégia da companhia.

4.1. Construção do Modelo de Simulação

A fim de construir o modelo foram previamente definidos alguns pontos-chaves para o processo, dentre os quais destacam-se a definição do patrocinador, a formação da equipe de desenvolvimento, os usuários finais, o cronograma e a ferramenta (*software*) na qual se realizaria a modelagem.

Foi decidido que o estudo seria patrocinado pelo gerente de planejamento da área internacional e contaria com uma equipe de sete pessoas, com três membros do próprio grupo de planejamento e mais quatro especialistas, sendo um para cada segmento de negócio. Os usuários finais definidos formaram um grupo de seis pessoas pertencentes às áreas operacionais da empresa, que estavam subordinadas a esses especialistas e possuíam um estreito relacionamento com a gerência de planejamento, por estarem envolvidas em todos os processos de geração de números para a projeção de resultados da referida área.

Em seguida foram determinadas as atividades a serem desenvolvidas e as respectivas datas, pois o tempo era limitado pelo início do processo de planejamento estratégico da companhia. O quadro 1 abaixo mostra essas atividades e discrimina o período de tempo disponível para o trabalho.

Quadro 1 - Cronograma

ATIVIDADES	PRAZOS
01. Levantamento das informações (material existente, intercâmbio com E&P e ABAST-Brasil)	03 - 07 fev
02. Elaboração do Modelo (Proposta de Solução)	10 - 28 fev
03. Formalização da Solução (Preparação da documentação)	05 - 21 mar
04. Construção do Modelo PN 2004 / 2015	24 mar - 23 mai
05. Testes e Validação do Modelo	26 - 30 mai
06. Aprovação do Modelo	02 - 06 jun
INÍCIO DO PROCESSO - IMPLEMENTAÇÃO	PRAZOS
1. Preparação das Instruções, Documentação e Orientações Gerais	09 - 13 jun
2. Apresentação para os Representantes de cada Segmento (Sede)	09 - 13 jun
3. Revisão do Portfólio com fornecimento dos parâmetros por cada Segmento (Sede)	16 jun - 18 jul
4. Alimentação dos Parâmetros no arquivo Oficial	21 jul - 01 ago
5. Análise dos Resultados obtidos	21 jul - 01 ago
6. Preparação das informações para os Clientes (Estratégia, Governo e Segmentos da Sede)	04 - 15 ago
7. Aprovação dos Números	18 - 22 ago
8. Divulgação das informações para os Clientes (Estratégia, Governo e Segmentos da Sede)	25 - 29 ago

A escolha da ferramenta foi a última e mais difícil tarefa, pois todo o esforço de modelagem estava associado a essa decisão, além de ser esse o principal item de custo financeiro deste trabalho.

Em função da restrição de recursos e incentivado pelo argumento de que as planilhas eletrônicas são a melhor maneira de reforçar a importância e o poder da simulação como ferramenta de modelagem (HWRANG, 2001), optou-se por construir o modelo utilizando o programa *microsoft* Excel. Uma ferramenta simples, de baixo custo, amigável ao usuário e que permite ao desenvolvedor o máximo de flexibilidade e liberdade para elaborar um modelo que representasse adequadamente os negócios. E, conforme destacou SEILA (2001), essas planilhas eletrônicas são reconhecidas como uma maneira bastante eficiente de realizar e executar simulações.

4.2. Definição do Problema Entidade

O que se pretende modelar são as atividades existentes em cada um dos segmentos de negócios que compõem a indústria do petróleo, associados a atuação da Petrobrás nos diversos países, representados através da sua cadeia de valor. Esses

segmentos são divididos em cinco partes: E&P (Exploração e Produção), G&E (Gás e Energia), RTCP (Refino, Transporte, Comercialização e Petroquímica), Distribuição e Corporativo.

4.3. Formulação dos Objetivos

Foi definido para o estudo de simulação que o objetivo residia em gerar uma tendência para as demonstrações financeiras, Demonstração do Resultado do Exercício, Balanço Patrimonial e Fluxo de Caixa, em decorrência da alteração nos preços de referência do petróleo (*Globals*) e nos parâmetros (Físicos e Financeiros), que correspondem aos diferentes cenários traçados pela companhia, num período de doze anos. Onde as principais medidas de *performance* a serem analisadas serão o EBITDA (*Earnings Before Interest Tax Depreciation and Amortization*) e o ROCE (*Return Of Capital Employed*).

4.4. Definição do Modelo Conceitual

O desenho do modelo conceitual buscou identificar os parâmetros físicos e financeiros pertencentes a cada um dos segmentos de negócios, relacionando-os entre si, através do estabelecimento de regras de negócios que respeitam as características de cada atividade e estão associadas aos conceitos da contabilidade gerencial para gerar as demonstrações financeiras almejadas.

A estrutura do modelo se completa com uma seleção dos *Globals* que servem de base para a formação dos preços de venda e dos custos, estando associados aos cenários propostos pela companhia. Ressaltando que a área de estratégia da empresa será a responsável por fazer esse trabalho de cenarização, fornecendo a principal

variável de entrada para a simulação que são os diversos preços do petróleo (Brent) no mercado internacional.

4.5. Modelo Computacional

Com o modelo conceitual definido o passo seguinte correspondeu a sua implementação, em uma planilha Excel, obedecendo as regras de negócios definidas na referida etapa. Dessa maneira, usando as funcionalidades do programa, foi construída uma estrutura que representou corretamente o desenho estabelecido, a partir da definição das equações de relacionamento (correspondendo aos códigos de programação).

É importante salientar que o modelo computacional, além de conter as equações que formam os resultados numéricos, apresenta uma saída gráfica que mostra os principais aspectos relacionados com a eficiência, a lucratividade e a liquidez, auxiliando na compreensão dos resultados e promovendo uma maior identificação do usuário com o modelo.

4.5.1. Modelo E&P

Abaixo está disposto o quadro 2 que apresenta as informações relativas aos parâmetros físicos, financeiros e aos preços de referência (Globals), compondo a estrutura básica de entrada de dados do modelo de negócios estabelecido para o segmento E&P. Em seguida são dispostos quadros que mostram as equações de relacionamento que formam as demonstrações financeiras pretendidas, acrescentadas dos indicadores econômicos, financeiros e operacionais da referida atividade.

Quadro 2 – Parâmetros do Modelo

PARÂMETROS FÍSICOS		PARÂMETROS FINANCEIROS	
Descrição	Medida	Descrição	Medida
Produção Oleo	bpd mil	Diferencial Brent	US\$/bbl
Produção Gás	scfd milhão	Fator A Gás	% s/ Brent
% Comercialização Oleo	% s/ Produção	Fator B Gás	US\$/scf mil
% Comercialização Gás	% s/ Produção	CTPP sem Royalty	US\$/boe Produzido
Reserva de Oleo	bbl mil	Lifting Cost	US\$/boe Produzido
Reserva de Gás	scf milhão	Depreciação	US\$/boe Produzido
Volume Apropriado Oleo	bbl mil	Participação Governamental	US\$/boe Produzido
Volume Apropriado Gás	scf milhão	% Overhead	% s/ ROB
Volume Descoberto Oleo	bbl mil	% Encargos s/ Vendas	% s/ ROB
Volume Descoberto Gás	scf milhão	% IR	% s/ Lucro Antes do IR
		Capex	US\$ MIL
		% Exploração	% s/ Capex
		% Sucesso	% s/ Exploração
		Captação Total	US\$ MIL
		Captação Terceiros L.P	% s/ Captação
		Captação Terceiros C.P	% s/ Captação
		Amortização Terceiros L.P	% s/ Captação
		Amortização Terceiros C.P	% s/ Captação
		(Pagt)/Rec Juros	US\$ MIL
		% Relacionamento c/ G&E	% s/ ROB
		% Relacionamento c/ Refino	% s/ ROB
		% Não Operacional	% s/ ROB
		Condições de Pagt Operac	Dias
		Condições de Receb. Operac	Dias
		Condições de Pagt. Invest.	Dias

GLOBALS	
Descrição	Medida
Brent	US\$/bbl
Diferencial	US\$/bbl
WTI	US\$/bbl

EQUAÇÕES DE RELACIONAMENTO COM AS DEMONSTRAÇÕES FINANCEIRAS E INDICADORES

Quadro 3 – Demonstração do Resultado do Exercício

DRE	EQUAÇÕES
RECEITA BRUTA	Óleo + Gás
Óleo	$(\text{Preço do Brent} + \text{Diferencial}) * (\text{Volume Produzido Óleo} * 365 * \% \text{ Comercialização Óleo})$
Gás	$(\text{Preço do Brent} * \text{Fator A} + \text{Fator B}) * (\text{Volume Produzido Gás} * 365 * \% \text{ Comercialização Gás})$
ENCARGOS DE VENDAS	$\% \text{ Encargos de Vendas} * \text{Receita Bruta}$
RECEITA LIQUIDA	$\text{Receita Bruta} - \text{Encargos de Vendas}$
CPV	$(\text{CTPP} * \{(\text{Vol Prod Óleo} * \% \text{ Comerc} * 365) + ((\text{Vol Prod Gás} * \% \text{ Comerc} * 365)/6)\})$
LUCRO BRUTO	$\text{Receita Liquida} - \text{CPV}$
DESPESAS OPERACIONAIS	$\% \text{ Overhead} * \text{Receita Bruta}$
DESPESAS EXPLORATORIAS	$(\text{Capex} * \% \text{ Exploração}) * (1 - \% \text{ Sucesso Exploratório})$
LUCRO OPERACIONAL	$\text{Lucro Bruto} - \text{Despesas Operacionais} - \text{Despesas Exploratórias}$
RESULTADO FINANCEIRO	US\$ Mil
EQUIVALÊNCIA	US\$ Mil
RESULTADO NÃO OPERACIONAL	$\% * \text{Receita Bruta}$
LUCRO ANTES DO IR	$\text{Lucro Operacional} + \text{Resultado Financeiro} + \text{Equivalência} + \text{Resultado Não Operacional}$
IR/CSSL	$\% \text{ Alíquota IR} * \text{Lucro Antes do IR}$
PARTICIPAÇÃO MINORITÁRIA	$(\text{Lucro Antes do IR} - \text{IR/CSSL}) * \% \text{ Participação Minoritária}$
LUCRO LIQUIDO	$\text{Lucro Antes do IR} - \text{IR/CSSL} - \text{Participação Minoritária}$

Quadro 4 – Balanço Patrimonial e Fluxo de Caixa

BALANÇO PATRIMONIAL	EQUAÇÃO
ATIVO CIRCULANTE	Cx e Bancos + Clientes + Estoques + Outros
CX E BANCOS	Saldo Final (Fluxo de Caixa)
CLIENTES	Saldo Inicial + Receita Bruta - Recebimento Operacional (Fluxo de Caixa)
ESTOQUES	Saldo Inicial + (CTPP* Vol Produzido) – CPV
OUTROS	Saldo Inicial
REALIZAVEL A LONGO PRAZO	Controladora + Outros
CONTROLADORA	Saldo Inicial + (Transferência Controladora IF < 0 - Fluxo de Caixa)
OUTROS	((AC + CONTR + PERM)-(PC + ELP + PM + PL))*-1
PERMANENTE	Investimentos + Imobilizado
INVESTIMENTOS	Saldo Inicial + Resultado da Equivalência
IMOBILIZADO	Saldo Inicial + Capex - DD&A - Desp Expl
TOTAL ATIVO	Circulante + Realizável a Longo Prazo + Permanente
PASSIVO CIRCULANTE	Empréstimos + Fornecedores + Impostos + Outros
EMPRESTIMOS	Saldo Inicial + Captação (Amortização) Curto Prazo Fluxo de Caixa
FORNECEDORES	Saldo Inicial + Desp Operac + (CPV - Deprec) + CAPEX - (Pagts Operacionais + Pagts Invest)
IMPOSTOS	Saldo Inicial + Encargos de Vendas + IR/CSSL - Pagts Impostos
OUTROS	Saldo Inicial
EXIGIVEL A LONGO PRAZO	Empréstimos + Controladora + Outros
EMPRESTIMOS	Saldo Inicial + Captação (Amortização) Longo Prazo Fluxo de Caixa
CONTROLADORA	Saldo Inicial + (Transferência Controladora IF > 0 - Fluxo de Caixa)
OUTROS	Saldo Inicial
PARTICIPAÇÃO MINORITÁRIA	Saldo Inicial + Resultado Participação Minoritária
PATRIMONIO LIQUIDO	Capital Social + Reservas + Lucros Acumulados
CAPITAL SOCIAL	Saldo Inicial + Aportes Fluxo de Caixa
RESERVAS	Saldo Inicial
LUCROS ACUMULADOS	Saldo Inicial + Lucro Líquido
TOTAL PASSIVO	Passivo Circulante + Exigível a Longo Prazo + Participação Minoritária + Patrimônio Líquido

FLUXO DE CAIXA	EQUAÇÃO
RECEBIMENTOS OPERACIONAIS	SI de Clientes + (Fat Bruto * (1 - Cond Rec/365))
PAGAMENTOS OPERACIONAIS	SI de Fornece + ((Desp Operac + CPV – Depreciação) * (1 - Cond Pagt/365))
GERAÇÃO OPERACIONAL	Rec Operac - Pagt Operac
INVESTIMENTOS	(Capex – Desp. Explorat.) * (1 - Cond Pagt/365) * -1
DESPESAS/(RECEITAS) FINANCEIRAS	Resultado Financeiro
APORTES	Capt. Total * (1 - % Capt Terc C.P - % Capt Terc L.P)
CAPTAÇÃO/(AMORTIZAÇÃO) FLP	(Capt Total * % L.P) - ((Capt Total * % Capt L.P) * % Amort L.P)
CAPTAÇÃO/(AMORTIZAÇÃO) FCP	(Capt Total * % C.P) - ((Capt Total * % Capt C.P) * % Amort C.P)
OUTROS	Saldo Inicial
GERAÇÃO DE CAIXA	Geração Operac + Invest + Result Financ + Aporte + Captação + Outros
TRANSFERÊNCIAS CONTROLADORA	Geração de Caixa * -1
SALDO FINAL	SI de Caixa + Geração de Caixa + Transferências

INDICADORES

Quadro 6 – Indicadores Econômicos

Descrição	Medida	Equação
Receita Operac. Líquida	US\$ MIL	Rec Operac. Líquida do DRE
Resultado Operac.	US\$ MIL	Lucro Operacional do DRE
Resultado Líquido	US\$ MIL	Lucro Líquido do DRE
Margem Bruta	%	Lucro Bruto/Rec Operac Líquida
Margem Líquida	%	Lucro Líquido/Rec Operac Líquida
Investimento Total	US\$ MIL	Capex
Ativo Permanente	US\$ MIL	Ativo Permanente
DD&A	US\$ MIL	DD&A (US\$/boe)*(Produção Total (boed mil)*365)

Quadro 7 – Indicadores Financeiros

Descrição	Medida	Equação
EBITDA	US\$ MIL	Lucro Operacional + DD&A
ROCE	%	(Lucro Operac*(1-%IR))/(Ativo Permanente Médio + Cap Giro Médio)
Patrimônio Líquido	US\$ MIL	Patrimônio Líquido
Captação de Longo Prazo	US\$ MIL	Captação Total*Captação Terceiros L.P
Amortização de Longo Prazo	US\$ MIL	Captação de Longo Prazo Acumulada * Amortização Terceiros L.P
Captação de Curto Prazo	US\$ MIL	Captação Total*Captação Terceiros C.P
Amortização de Curto Prazo	US\$ MIL	Captação de Curto Prazo Acumulada * Amortização Terceiros C.P
Total de Financiamentos	US\$ MIL	Empréstimos C.P + Empréstimos L.P

Quadro 8 - Exploração e Desenvolvimento

Descrição	Medida	Equação
Reserva Óleo	bbl milhão	Parâmetro
Reserva Gás	scf bilhão	Parâmetro
Reserva Total	boe milhão	Reserva Óleo + (Reserva Gás/6)
Volume Apropriado Óleo	bbl mil	Parâmetro
Volume Apropriado Gás	scf milhão	Parâmetro
Volume Apropriado Total	boe mil	Volume Apropriado Óleo + (Volume Apropriado Gás/6)
Custo Apropriação Reservas - CAR	US\$/boe	Capex/ Volume Apropriado (Media dos Últimos 5 anos)

Quadro 9 - Exploração

Descrição	Medida	Equação
Investimento Exploratório	US\$ mil	Capex * % Exploração
Despesas exploratórias	US\$ mil	Investimento Exploratório * (1 - % Sucesso Exploratório)
% Sucesso Exploratório	%	Parâmetro
Volume Descoberto Óleo	bbl mil	Parâmetro
Volume Descoberto Gás	scf milhão	Parâmetro
Volume Descoberto Total	boe mil	Volume Descoberto Óleo + (Volume Descoberto Gás/6)
Custo Unitário da Descoberta - CD	US\$/boe	Capex/ Volume Descoberto (Media dos Últimos 3 anos)

Quadro 10 - Desenvolvimento

Descrição	Medida	Equação
Investimento em Desenvolvimento e Aquisição	US\$ mil	Capex - (Capex * % Exploração)
DD&A	US\$/boe	Parâmetro

Quadro 11 - Produção e Operações

Produção	Medida	Equação
Produção de óleo	bpd mil	Parâmetro
Produção de gás	scfd milhão	Parâmetro
Produção Total	boed mil	Óleo + (gás/6)
Operações	Medida	Equação
Custo de extração - Lifting (CE)	US\$/boe	Parâmetro
CTPP	US\$/boe	CTPP sem Royalty + Participação Governamental
Preço Médio Óleo	US\$/bbl	Brent + Diferencial Brent
Preço Médio Gás	US\$/scf mil	((Brent*Fator A Gás)+Fator B Gás)
Preço Médio Óleo e Gás	US\$/boe	Receita Bruta / (Produção Total*365)
Margem Bruta Unitária	US\$/boe	Lucro Bruto / (Produção Total *365)

Ressalta-se que os demais segmentos apresentam a mesma estrutura de entrada e saída de dados, estando suas diferenças destacadas na composição dos parâmetros físicos e financeiros e nas específicas regras de negócios definidas, conforme Anexo I.

4.6. Validação do Modelo de Simulação

O processo de validação do modelo de simulação construído para a área internacional da Petrobrás seguiu o procedimento recomendado por SARGENT (1998), apresentando oito passos que destacam aspectos essenciais da fundamental tarefa de garantir que o modelo proposto é uma adequada representação da realidade estudada e respeita os propósitos pretendidos com o mesmo.

Sendo assim, o que se buscou inicialmente foi obter um acordo entre o patrocinador do estudo, a equipe de desenvolvimento e os usuários finais acerca do uso do processo de validação. E a opção tomada foi a de utilizar aquele método que é mais frequentemente trabalhado, onde a própria equipe de desenvolvimento, através de uma decisão subjetiva, é responsável por definir se o modelo é válido ou não. Afinal, a indústria do petróleo, no Brasil, foi, basicamente, restrita a uma empresa apenas (Petrobras) e não há no mercado um especialista (em cada um dos segmentos) com maior capacidade de análise e sensibilidade para esse negócio do que aqueles envolvidos no estudo. Além do que essa solução tem grande apelo por diminuir consideravelmente o valor a ser investido no estudo (seu custo) e o tempo necessário para concluir todo o processo. Variáveis cruciais para qualquer trabalho de validação de uma simulação.

Posteriormente a essa decisão ficou estabelecido que a técnica a ser utilizada para o trabalho de validação do modelo seria o *Face Validity*. Afinal, desse modo é possível aproveitar ao máximo o conhecimento adquirido pelos profissionais, em decorrência da atuação da empresa em várias partes do mundo: Europa, Oriente Médio, África, América do Norte e América do Sul. Locais onde a empresa se destacou por levar o seu reconhecido *Know How* e desempenhar suas atividades com alto grau de excelência.

A etapa seguinte serviu para definir que o principal objetivo com a simulação era mostrar a tendência esperada para os resultados de longo prazo para os negócios da área internacional da Petrobrás, especialmente EBITDA e ROCE, a partir da definição de diferentes níveis de preços de referência. Portanto, a validação do modelo está associada a análise do comportamento do mesmo para as questões relacionadas com a rentabilidade e a liquidez, em resposta a uma mudança nos cenários que são definidos pelo departamento de estratégia da companhia e são representados por diferentes níveis de preços do óleo.

Portanto, foram criadas condições para definir o tipo de modelo a ser construído. A primeira característica deste está no fato de ser preparado para responder a entrada de dados que apresentam um comportamento discreto, pois a variação da variável (preço) e dos seus resultados ocorre em “saltos” e não em valores contínuos. Por sua vez, o comportamento das variáveis de entrada é determinístico, já que elas são determinadas pelo departamento de estratégia e não estão associados a processos estocásticos de geração de variáveis aleatórias. E, finalmente, será construído um modelo estático, pois o tempo não interfere nos resultados esperados para o mesmo, já que em qualquer intervalo de tempo em que seja feito o experimento ou teste os resultados serão sempre iguais.

A partir dessas definições foi estabelecido pelos especialistas um padrão de comportamento para os resultados do modelo, os quais deveriam respeitar as características de cada negócio. Para esse fim, foi solicitado a eles que definissem parâmetros físicos e financeiros, para os respectivos segmentos, considerando uma faixa de variação estabelecida para o preço do Brent. Assim, os resultados deveriam ser analisados conforme explicitado no quadro abaixo:

Quadro 12 – Comportamento Padrão

SEGMENTO	PREÇO BRENT	ROCE	EBITDA
E&P	aumenta	aumenta	aumenta
	diminui	diminui	diminui
G&E	aumenta	constante	constante
	diminui	constante	constante
RTCP	aumenta	aumenta, em menor magnitude do que o E&P	aumenta, em menor magnitude do que o E&P
	diminui	diminui em menor magnitude do que o E&P	diminui, em menor magnitude do que o E&P
DISTRIBUIÇÃO	aumenta	diminui	diminui
	diminui	aumenta	aumenta
CONSOLIDADO	aumenta	aumenta	aumenta
	diminui	diminui	diminui

O quadro 12 mostra a visão dos especialistas sobre cada um dos segmentos de negócios, reconhecendo a importância do preço do petróleo (Brent), no mercado internacional, destacando-o como a principal variável de entrada para a formação dos resultados da indústria. Os demais preços guardam relação com o mesmo, exceto o preço da energia, variando na mesma direção, porém em magnitudes diferentes.

O quadro também mostra que o segmento E&P é o mais elástico do setor e reage positivamente a aumentos de preço, experimentando uma melhora acentuada com crescimento significativo do ROCE e do EBITDA. Por outro lado, apesar de aumentar os ganhos com a subida nos preços, também amarga reduções consideráveis quando esses caem. Desse modo, quanto maior for o preço do produto mais projetos serão realizados e maior será a lucratividade e a liquidez alcançada nesse segmento. Por sua vez, com a queda desses preços, piores serão os resultados, já que menos projetos podem ser trabalhados em função das baixas perspectivas de ganhos disponíveis para os mesmos.

Com relação ao segmento do G&E é importante salientar que suas atividades estão inseridas em um mercado bastante regulado e que por isso os preços finais são pouco flexíveis e respeitam os controles impostos por órgãos reguladores do governo e por acordos de preço firmados entre as empresas do setor. Como consequência existe pouca volatilidade nos seus resultados, não havendo uma associação tão clara com o preço de referência.

Já o Segmento RTCP, está vinculado a uma atividade intermediária, que se caracteriza, basicamente, pelo processamento do óleo e o transporte e comercialização dos derivados obtidos. Assim sendo, as empresas desse setor enfrentam dois mercados com aspectos bastante distintos entre si. A compra da principal matéria – prima (petróleo) é realizada em um mercado volátil, onde existe uma grande resistência à queda nos preços. Ao mesmo tempo em que os produtos vendidos devem ser transacionados em um mercado caracterizado pela busca maior da estabilidade nos preços. Nessa situação, uma subida nos preços de referência impõe um ambiente de maior negociação entre os agentes e tem, em geral, como consequência um aumento nos ganhos, porém em menor magnitude do que aqueles apresentados para o segmento E&P. Já num momento de queda dos preços existe uma resistência maior a reduzi-los imediatamente, permitindo a realização de um lucro adicional que diminui o impacto de um menor nível de preços na indústria. Por sua vez, a atividade de petroquímica é nova na área internacional e seus ativos geram ganhos que numa análise consolidada de segmento não traz impactos significativos nos resultados, dispensando maiores considerações para o estudo.

A Distribuição tem seus resultados diretamente relacionados com os preços de referência, pois a pressão e a força dos poucos vendedores (empresas de refino) de derivados do petróleo associadas às políticas governamentais restritivas, impõem

custos extremamente voláteis ao mesmo tempo que impedem a liberdade na administração dos preços de venda, cobrados ao consumidor final. O que faz essa atividade ter sérios problemas de rentabilidade e liquidez quando os valores de preço de Brent se elevam. Ou seja, quanto maior o preço internacional do petróleo, pior tende a ser o resultado esperado para as empresas que atuam no segmento de distribuição, em função da dificuldade destas em repassar esses aumentos para o mercado. Uma situação que se reverte quando os preços estão mais baixos, pois é possível se trabalhar com um aumento de margens para os produtos vendidos.

4.6.1. Resultados

Com base nesse comportamento padrão, esperado pelos especialistas que participaram da construção do modelo e do seu processo de validação, foram realizados os testes com rodadas que obedeceram a três diferentes níveis de preços. Primeiramente foi considerado um Cenário Base, formado pelo preço de referência estabelecido para o Brent de 23,00 US\$ / barril de óleo equivalente (boe), e posteriormente foram aplicadas duas variações sobre o mesmo, uma negativa, representando o Cenário 1, que levou o preço para 16,00 US\$ / barril de óleo equivalente (boe) e outra positiva, correspondendo ao Cenário 2, onde o preço trabalhado foi de 28,00 US\$ / barril de óleo equivalente (boe). Dessa forma é observado o comportamento do modelo de simulação nas situações de aumento e redução no preço do Brent e o seu impacto nos resultados esperados.

O quadro 13 abaixo mostra os resultados obtidos para cada um dos cenários anteriormente definidos, explicitando os valores do ROCE e do EBITDA para as partes do modelo, em seus segmentos de negócios, e para o modelo como um todo, no qual é formado o número consolidado da área internacional.

Quadro 13 – Resultados da Simulação

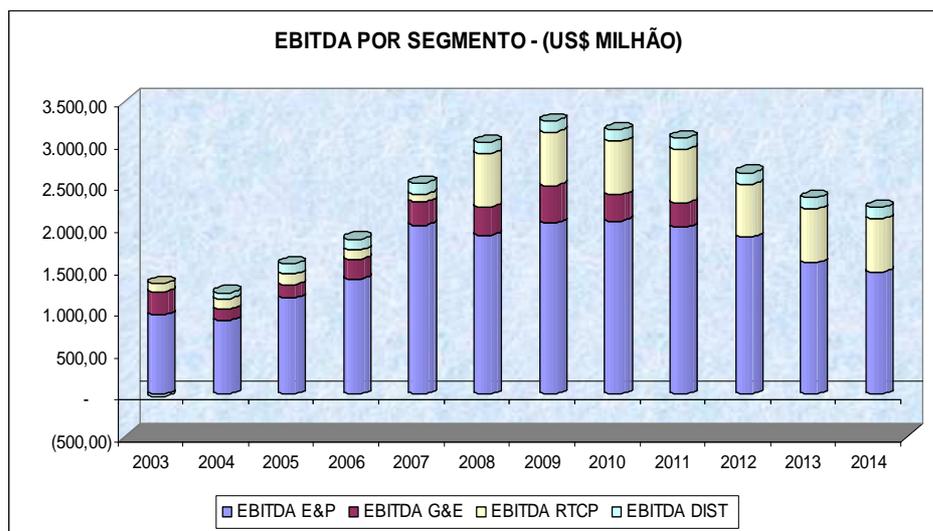
VARIÁVEL DE ENTRADA	Cenário 1		Cenário BASE		Cenário 2	
Preço BRENT (US\$ / Barril de Óleo Equivalente)	16		23		28	
SEGMENTOS	ROCE (%)	EBITDA (US\$ milhão)	ROCE (%)	EBITDA (US\$ milhão)	ROCE (%)	EBITDA (US\$ milhão)
E&P	(1)	287	7	671	13	945
G&E	6	279	6	279	6	279
RTCP	(17)	(108)	(4)	15	6	103
DISTRIBUIÇÃO	4	14	(2)	(8)	(6)	(24)
CONSOLIDADO	(1)	223	2	754	5	1.134

Como pode ser observado, o comportamento obtido com a aplicação de diferentes preços corresponde ao que se esperava pelo padrão definido pelos *experts*. Os segmentos E&P e RTCP mostram uma relação positiva com relação ao preço do petróleo (Brent), crescendo os resultados quando esse aumenta e diminuindo com a redução do mesmo. A Distribuição, por outro lado, mostra que seus resultados são inversamente relacionados com a variação no referido preço, crescendo quando este está mais baixo e diminuindo com a sua elevação. Uma sensibilidade que não é experimentada pelo segmento G&E, que tem seus resultados influenciados pelos preços definidos em contrato, os quais não estão relacionados com o Brent, sendo, então, uma decorência da negociação entre as partes interessadas.

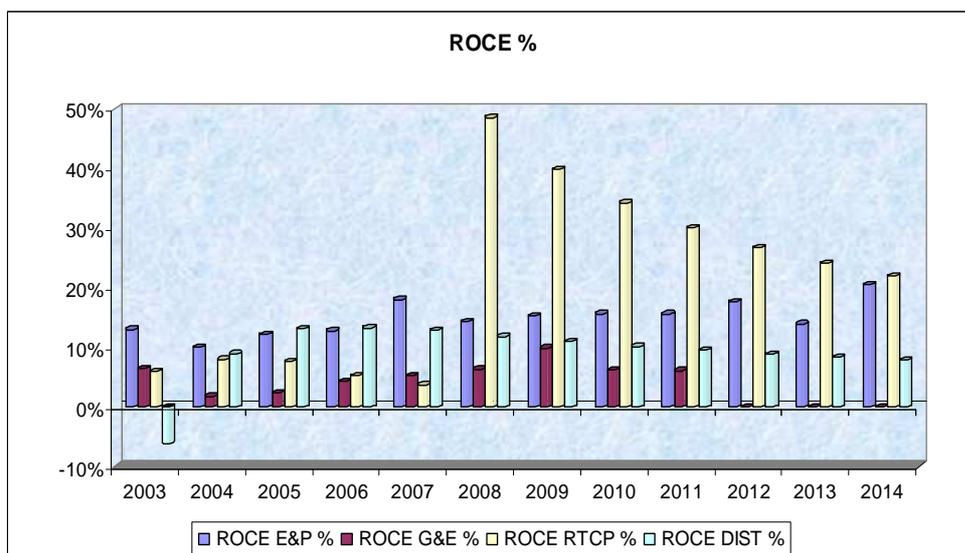
A análise dos resultados consolidados para toda a área internacional reflete o maior peso dos segmentos E&P e RTCP, pois estes tendem a compensar as variações (positivas ou negativas) experimentadas pelo segmento de Distribuição. Ou seja, quando o preço sobe os resultados aumentam pelo fato de que os acréscimos nas atividades de Exploração, Produção, Refino, Transporte, Comercialização e Petroquímica são superiores à queda que ocorre no segmento de Distribuição e vice-versa.

A fim de explicitar as saídas gráficas que complementam a apresentação dos resultados da simulação, foram destacados dois gráficos específicos para representar o comportamento do EBITDA e do ROCE, com preços sugeridos até o ano de 2014:

Quadro 15 – Comportamento do EBITDA



Quadro 16 – Comportamento do ROCE



4.6.2. Comparativo de Resultados: Simulação x Realização

A fim de reforçar o estudo da validação do modelo, foi realizado um teste adicional com a comparação dos resultados obtidos pelo estudo de simulação e os valores efetivamente realizados pela área internacional da Petrobras, no ano de 2003, obtidos junto ao departamento de contabilidade da empresa.

A decisão de fazer essa comparação apenas com o referido ano é decorrente do fato de que o modelo foi preparado no ano de 2002 para representar o funcionamento das atividades a partir do ano seguinte, quando a compra da *Perez Companc* já havia acontecido e a sua estrutura se estabilizou, refletindo o que atualmente representa os negócios da área internacional da Petrobras.

As informações estão alocadas respeitando a divisão por segmentos de negócios, explicitada ao longo de todo o trabalho, e considera o valor médio do Brent de 28,84 US\$ / barril de óleo equivalente (boe), obtido para o referido ano. O quadro 14 abaixo mostra os valores para cada uma das situações e destaca suas diferenças:

Quadro 14 – Comparativo de Resultados (Simulação x Realizado - 2003)

SEGMENTO	Realizado - 2003		Resultados - Simulação	
	ROCE (%)	EBITDA (US\$ milhões)	ROCE (%)	EBITDA (US\$ milhões)
E&P	11	722	14	991
G&E	8	177	6	279
RTCP	7	140	8	117
DISTRIBUIÇÃO	(8)	1	(7)	(27)
CONSOLIDADO	7	934	5	1.197
Preço BRENT (US\$ / Barril de Óleo Equivalente)	28,84			

Como pode ser observado no quadro acima, o grau de precisão obtido pelo modelo é bastante satisfatório e reflete de modo adequado o comportamento das

atividades da Petrobras, no exterior, em todos os segmentos de negócios nos quais a empresa atua. O que dá uma confiança ainda maior no seu uso e atende aos propósitos estabelecidos para o estudo. Dessa maneira o comportamento dos resultados de longo prazo para a área internacional é antecipado, em resposta aos diferentes cenários estabelecidos, oferecendo um conjunto de resultados possíveis que poderão auxiliar no processo de tomada de decisão estratégica.

5. Conclusões e Recomendações

O estudo de simulação proposto para área internacional da Petrobras objetivou a construção de um modelo, baseado na sua cadeia de valor, para expressar o comportamento dos resultados esperados, especialmente para o ROCE e o EBITDA, em função da definição prévia de cenários, os quais devem incluir diferentes níveis de preço de Brent, mostrando a rentabilidade e a liquidez para cada uma das alternativas existentes e auxiliando os gestores a escolherem os rumos a serem tomados pela empresa, dentro do processo de construção da estratégia.

O uso de um modelo discreto, determinístico e estático permitiu montar uma adequada representação do sistema real existente, no qual foram destacadas as variáveis mais importantes e os parâmetros que comandam o funcionamento das atividades da indústria e influenciam diretamente nos seus resultados.

Desse modo o processo de validação simplificado, baseado na indicação do SARGENT (1998), através da técnica de *Face Validity*, confirmou o grau de adequação do modelo aos propósitos definidos para o estudo de simulação, dentro do seu domínio de aplicabilidade, usando para isso o conhecimento e a experiência dos especialistas em cada um dos segmentos de negócios. O depoimento favorável deles com o reconhecimento de que o modelo mostra uma boa identidade com o mundo real e pode ser usado para realizar análises prévias que auxiliem no processo de tomada de decisão de longo prazo, valida os resultados obtidos com o estudo e representa uma garantia de que se está trabalhando com um modelo adequado e confiável.

Adicionalmente ao uso da técnica *Face Validity* foi realizado um teste de validade do modelo, partindo da comparação dos resultados da simulação com os valores de realização obtidos para o ano de 2003. O que reforçou ainda mais a

confiança no modelo de simulação, dado o grau de precisão atingido com os resultados de cada uma das partes (segmentos de negócios) e do seu consolidado, a partir da utilização do valor do Brent de 28,84 US\$ / barril de óleo equivalente.

Vale salientar que os especialistas dos segmentos RTCP e Distribuição, participantes da equipe de desenvolvimento do modelo, resolveram também utilizar esta simulação para efetuar suas análises específicas, reconhecendo que essa proposta integra as visões operacionais e financeiras do negócio, enriquecendo suas análises internas e passando a visualizar o impacto das suas ações nos resultados econômicos e financeiros.

O patrocinador do estudo, reconhecendo a adequação do modelo construído passa a utilizar a simulação proposta para dois fins específicos. Primeiro para obter os números referentes a projeção de resultados de curto prazo. E segundo, ao utilizar essa metodologia como uma base para a realização das simulações de longo prazo em um nível organizacional inferior, composto pelos países nos quais a empresa possui ativos.

Por fim, o processo de validação teve sua confirmação quando o modelo de simulação construído foi finalmente utilizado no último processo estratégico da Petrobras, sendo o responsável por gerar os valores de longo prazo previstos para os negócios da área internacional, determinando suas metas.

Contudo, reconhece-se que a validação não é um processo estático. O procedimento utilizado deve ser sempre repetido para manter o grau de confiança alcançado e, se possível, ampliado a partir de ajustes a serem trabalhados na sua estrutura e nos processos de validação. É aconselhável o uso cada vez maior de técnicas objetivas com utilização mais intensa de ferramentas estatísticas e matemáticas. Ficando como recomendação para estudos posteriores, a alteração da

característica do modelo de simulação, que passaria a assumir um comportamento estocástico, com o qual se tem uma representação mais aproximada do mundo real e os seus resultados passam a considerar um agrupamento de possibilidades, para cada um dos cenários propostos, e não apenas um valor específico para cada preço definido para o Brent.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALCI, Osman et al. **Verification, Validation and Accreditation of Simulation Models**. In: Winter Simulation Conference, 29., 1997, Atlanta, Georgia. **Proceedings**. Atlanta, Georgia: [s.n.], 1997.

BALCI, O.; SARGENT, R.G. **A Bibliography on the Credibility, Assessment and Validation of Simulation and Mathematical Models**. Simuletter, Vol. 15, n. 3, p. 15-27, 1984.

BANKS, J. et al. **Discrete – Event System Simulation**. 3. ed. New Jersey: Prentice - Hall, 2001.

BANKS J. ; R. R. GIBSON. **Don't Simulate When : 10 rules for determining when simulatio is not appropriate**. IIE Solutions. Setembro, 1997.

BANKS, J. ; GERSTEIN D. ; SEARLES, S. P. **Modeling Processes, Validation, and Verification of Complex Simulations. Methodology and Validation**. Simulation Series, Vol. 19, n. 1, p. 13-18, 1988.

CHECCHINATO, Daniela. **Modelagem de problemas logísticos sob o enfoque de Sistemas Dinâmicos : O caso do jogo da cerveja**. 2002. Dissertação de mestrado em engenharia de produção e sistemas – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis

CHECKLAND, P. **Systems Thinking, Systems Practice**. Chichester : Wiley, 1981.

DAVIS, P. K. **Generalizing concepts of Verification, Validation and Accreditation (VV&A) for military simulation**. Tech. Rep. R-4249-ACQ, The RAND Corporation, Santa Monica, CA, 1992.

FAIRLEY, R. E. **Dynamic Testing of Simulation Software**. In : Summer Computer Simulation Conference, 12, 1976, Wasington D.C. **Proceedings**. Wasington D.C: [s.n.], 1976.

FISHMAN, G. S. **Monte Carlo Concepts, Algoritms and Applications**. New York : Springer, 1966.

FISHWICK, Paul. **Computer Simulation : The Art and Science of Digital World Construction**. Disponível em: < www.cis.ufl.edu/~fishwick/introsim/paper.html>. Acesso em: março, 2004.

GAONA, Hugo B. M. **O uso da simulação para avaliar mudanças organizacionais na produção**. 1995. Dissertação de mestrado em engenharia de produção e sistemas – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis.

GASS, S. I. ; JOEL, L. **Concepts of Model Confidence**. Computers and Operational Research, vol. 8, n. 4, p. 341-346, 1987.

HEIJDEN, Kees van der. **Cenários – A Arte da Conversação Estratégica**. Porto Alegre : Bookman, 2004.

HWARNG, B. H. **A Modern Simulation Course for Business**. Interfaces, Vol. 31, n. 3, p. 66-75, mai/jun 2001.

KING, Cliff. **Simulation Project Management – Nine steps do a successful simulation study**. In: Annual Simulation Solutions Conference, 6, 2004, Orlando, Flórida. **Proceedings**. Orlando, Flórida: [s.n.], 2004.

KLEIJNEN, Jack P. C. **Statistical Validation of Simulation Models: Case of Study**. In: Winter Simulation Conference, 28, 1996, Coronado, Califórnia. **Proceedings**. Coronado, Califórnia: [s.n.], 1996.

KNEPELL, Peter L.; ARANGNO, Deborah C. **Simulation Validation – A Confidence Assessment Methodology**. Califórnia: IEEE Computer Society Press, 1993.

KOPITTKE, Bruno Hartmut ; FILHO, Nelson Casarotto. **Análise de Investimento : Matemática Financeira, Engenharia Econômica, Tomada de Decisão, Estratégia Empresarial**. 8 ed. São Paulo : Atlas, 1998.

LAW, A. M.; KELTON, W. D. **Simulation Modeling and Analysis**, 2. ed. Nova York: MacGraw-Hill, 1991.

MARTINELLI, D. P. **A utilização de jogos de empresas no ensino de administração**. 1987. Dissertação de mestrado em Administração – Programa de Pós-Graduação em Administração, FEA/USP, São Paulo.

MORRIS, W. T. **On the Art of Modeling**. Management Science. Vol.13, n. 12, p. 707-717, 1967.

MUSSELMAN, K. J. **Guidelines for Success**. In : **Handbook of simulation**. New York : John Wiley, 1998.

NAYLOR, T.H. **Computer Simulation Experiments with Economic Systems**. New York: John Wiley, 1971.

NAYLOR, T. H.; FINGER, J. M. **Verification of Computer Simulation Models**. Management Science, Vol. 14, n. 2, p. 92-101, 1967.

PEGDEN, C. D. ; SHANNON, R. E. ; SADOWSKI, R. P. **Introduction to simulation using SIMAN**. 2 ed. New York : MacGraw – Hill, 1995.

PIDD, M.; CASSEL, R. A. **Three phase simulation in Java**. In: Winter Simulation Conference, 30, 1998, Washington, D.C. **Proceedings**. Washington, D.C.: [s.n.], 1998.

PRITSKER, A. A. B. **Principles of Simulation Modeling**. In : BANKS, Jerry. : **Handbook of simulation**. New York: John Wiley, 1998.

PRITSKER, A. A. B. **Introduction to Simulation and SLAM II**. 4 ed. New York : John Wiley, 1995.

REIBSTEIN, David J. ; CHUSSIL, Mark J. **Primeiro a lição, depois o teste : usando simulações para analisar e desenvolver estratégias competitivas**. In : DAY, George S. ; **A dinâmica da estratégia competitiva**. Rio de Janeiro : Campus, 1999.

ROBINSON, S. **Simulation Model Verification and Validation: Increasing the users' confidence**. In: Winter Simulation Conference, 29, 1997, Atlanta, Georgia. **Proceedings**. Atlanta, Georgia: [s.n.], 1997.

ROBINSON, S. **Successful Simulation: A Practical Approach to Simulation Projects**. Maidenhead: McGraw-Hill, 1994.

SANTOS, Edmilson Moutinho dos. **Petróleo – Quadro Estratégico Global no início do Século XXI**. Política Externa, São Paulo, vol. 12, n. 1, p. 95 – 115, jun/jul/ago 2003.

SARGENT, R. G. et al. **Verification and Validation of Simulation Models**. In: Winter Simulation Conference, 30., 1998, Wasington D.C. **Proceedings**. Wasington D.C: [s.n.], 1998.

SARGENT, R. G. **Verification and Validation of Simulation Models**. London: Academic Press, 1982.

SCHLESINGER et al. **Terminology for Model Credibility**. *Simulation*. Vol. 32, n. 3, p. 103-104, 1979.

SCHMIDT, J.W.; TAYLOR, R.E., **Simulation and Analysis of Industrial Systems**. Homewood: Richard R. Irwin Inc, 1970.

SEILA, Andrew F. **Spreadsheet Simulation**. In: Winter Simulation Conference, 33., 2001, Arlington, Virginia. **Proceedings**. Arlington, Virginia: [s.n.], 2001.

SHANK, J.K.; GOVINDARAJAN, V. **A Revolução dos Custos : como reinventar e redefinir sua estratégia de custos para vncer em mercados crescentemente competitivos**. 2 ed. Rio de Janeiro : Campus, 1997.

SHANNON, Robert E. **Systems Simulation – The Art and Science**. New Jersey : Prentice – Hall, 1975.

SILVA, L. C. ; KOPITTKE, B. H. **Simulações e Cenários a partir da cadeia de valor : uma aplicação na indústria de celulose.** Revista da FAE, Cuitiba, Vol. 5, n. 1, p. 43-59, jan/abr 2002.

WINSTON, Wayne L. **Simulation Modeling using @Risk.** Indiana : Duxburry Press, 1996.

WOOD, D. O. **MIT Model Analysis Program: what we have learned about policy model review.** In: Winter Simulation Conference, 18, 1986, Wasington D.C. **Proceedings.** Washington D.C: [s.n.], 1986.

YÜCESAN, E.; JACOBSON, S. H. **Building correct simulation models is difficult.** In: Winter Simulation Conference, 24, 1992, Arlington, Virginia. **Proceedings.** Arlington, Virginia: [s.n.], 1992.

ANEXO I

ÁREA DE NEGÓCIOS INTERNACIONAL - ANI MODELO DE PLANEJAMENTO PLURIANUAL

1. INTRODUÇÃO

ESCOPO

Desenvolver um modelo de planejamento simulável, através de parâmetros operacionais e financeiros, cujo principal objetivo é gerar uma tendência para as demonstrações financeiras (DRE; Balanço Patrimonial; Fluxo de Caixa) e para os indicadores operacionais, em um período de 10 anos. Portanto, o modelo será construído para a Área de Negócios Internacional, onde o menor nível de detalhe será os segmentos da ANI (E&P; G&E; RTCP e Distribuição).

PROCESSO

Clientes:

- Estratégia Corporativa - Demonstrações Financeiras Consolidadas da ANI para um período de 10 anos , Plano de Investimentos e Fontes de Financiamentos para um período de 10 anos.
- Estratégia ANI – Corroborar a estratégia da ANI através do fornecimento dos principais indicadores para o plano focal.
- Gerentes Executivos – Fundamentar a Tomada de Decisão.

Fornecedores:

- Segmentos – Fornecimento dos parâmetros operacionais e financeiros do portfólio.
- Estratégia ANI – Parâmetros Corporativos (PIB; Câmbio ; Brent ; WTI) e Painéis do BSC
- Contabilidade – Fornecimento dos dados históricos dos parâmetros operacionais e financeiros.

Cronograma:

ATIVIDADES	PRAZOS
01. Levantamento das informações (material existente, intercâmbio com E&P e ABAST-Brasil)	03 - 07 fev
02. Elaboração do Modelo (Proposta de Solução)	10 - 28 fev
03. Formalização da Solução (Preparação da documentação)	05 - 21 mar
04. Construção do Modelo PN 2004 / 2015	24 mar - 23 mai
05. Testes e Validação do Modelo	26 - 30 mai
06. Aprovação do Modelo	02 - 06 jun
07. Início do Processo	
07-1. Preparação das Instruções, Documentação e Orientações Gerais	09 - 13 jun
07-2. Apresentação para os Representantes de cada Segmento (Sede)	09 - 13 jun
07-3. Revisão do Portifólio com fornecimento dos parâmetros por cada Segmento (Sede)	16 jun - 18 jul
07-4. Alimentação dos Parâmetros no arquivo Oficial	21 jul - 01 ago
07-5. Análise dos Resultados obtidos	21 jul - 01 ago
07-6. Preparação das informações para os Clientes (Estratégia, Governo e Segmentos da Sede)	04 - 15 ago
07-7. Aprovação dos Números	18 - 22 ago
07-8. Divulgação das informações para os Clientes (Estratégia, Governo e Segmentos da Sede)	25 - 29 ago

2. MODELO E&P

PARÂMETROS FISICOS	
Descrição	Medida
Produção Óleo	bpd mil
Produção Gás	scfd milhão
% Comercialização Óleo	% s/ Produção
% Comercialização Gás	% s/ Produção
Reserva de Óleo	bbl mil
Reserva de Gás	scf milhão
Volume Adequado Óleo	bbl mil
Volume Adequado Gás	scf milhão
Volume Descoberto Óleo	bbl mil
Volume Descoberto Gás	scf milhão

PARÂMETROS FINANCEIROS	
Descrição	Medida
Diferencial Brent	US\$/bbl
Fator A Gás	% s/ Brent
Fator B Gás	US\$/scf mil
CTPP sem Royalty	US\$/boe Produzido
Lifting Cost	US\$/boe Produzido
Depreciação	US\$/boe Produzido
Participação Governamental	US\$/boe Produzido
% Overhead	% s/ ROB
% Encargos s/ Vendas	% s/ ROB
% IR	% s/ Lucro Antes do IR
Capex	US\$ MIL
% Exploração	% s/ Capex
% Sucesso	% s/ Exploração
Captção Total	US\$ MIL
Captção Terceiros L.P	% s/ Captção
Captção Terceiros C.P	% s/ Captção
Amortização Terceiros L.P	% s/ Captção
Amortização Terceiros C.P	% s/ Captção
(Pagt)/Rec Juros	US\$ MIL
% Relacionamento c/ G&E	% s/ ROB
% Relacionamento c/ Refino	% s/ ROB
% Não Operacional	% s/ ROB
Condições de Pagt Operac	Dias
Condições de Receb. Operac	Dias
Condições de Pagt. Invest.	Dias

MODELO DE ENTRADA DOS PARÂMETROS

HISTORICO REALIZADO								PROJEÇÃO										
1998	1999	2000	2001	2002	Media	Desvio Padrão	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014

EQUAÇÕES DE RELACIONAMENTO COM AS DEMONSTRAÇÕES FINANCEIRAS E INDICADORES

DRE	EQUAÇÕES
RECEITA BRUTA	Óleo + Gás
Óleo	$(\text{Preço do Brent} + \text{Diferencial}) * (\text{Volume Produzido Óleo} * 365 * \% \text{Comercialização Óleo})$
Gás	$(\text{Preço do Brent} * \text{Fator A} + \text{Fator B}) * (\text{Volume Produzido Gás} * 365 * \% \text{Comercialização Gás})$
ENCARGOS DE VENDAS	$\% \text{Encargos de Vendas} * \text{Receita Bruta}$
RECEITA LIQUIDA	$\text{Receita Bruta} - \text{Encargos de Vendas}$
CPV	$(\text{CTPP} * ((\text{Vol Prod Óleo} * \% \text{Comerc} * 365) + ((\text{Vol Prod Gás} * \% \text{Comerc} * 365)/6)))$
LUCRO BRUTO	$\text{Receita Liquida} - \text{CPV}$
DESPESAS OPERACIONAIS	$\% \text{Overhead} * \text{Receita Bruta}$
DESPESAS EXPLORATORIAS	$(\text{Capex} * \% \text{Exploração}) * (1 - \% \text{Sucesso Exploratório})$
LUCRO OPERACIONAL	$\text{Lucro Bruto} - \text{Despesas Operacionais} - \text{Despesas Exploratórias}$
RESULTADO FINANCEIRO	US\$ Mil
EQUIVALÊNCIA	US\$ Mil
RESULTADO NÃO OPERACIONAL	$\% * \text{Receita Bruta}$
LUCRO ANTES DO IR	$\text{Lucro Operacional} + \text{Resultado Financeiro} + \text{Equivalência} + \text{Resultado Não Operacional}$
IR/CSSL	$\% \text{Alíquota IR} * \text{Lucro Antes do IR}$
PARTICIPAÇÃO MINORITÁRIA	$(\text{Lucro Antes do IR} - \text{IR/CSSL}) * \% \text{Participação Minoritária}$
LUCRO LIQUIDO	$\text{Lucro Antes do IR} - \text{IR/CSSL} - \text{Participação Minoritária}$

BALANÇO PATRIMONIAL	EQUAÇÃO
ATIVO CIRCULANTE	Cx e Bancos + Clientes + Estoques + Outros
CX E BANCOS	Saldo Final (Fluxo de Caixa)
CLIENTES	Saldo Inicial + Receita Bruta - Recebimento Operacional (Fluxo de Caixa)
ESTOQUES	Saldo Inicial + (CTPP* Vol Produzido) - CPV
OUTROS	Saldo Inicial
REALIZAVEL A LONGO PRAZO	Controladora + Outros
CONTROLADORA	Saldo Inicial + (Transferência Controladora IF < 0 - Fluxo de Caixa)
OUTROS	((AC + CONTR + PERM)-(PC + ELP + PM + PL))*-1
PERMANENTE	Investimentos + Imobilizado
INVESTIMENTOS	Saldo Inicial + Resultado da Equivalência
IMOBILIZADO	Saldo Inicial + Capex - DD&A - Desp Expl
TOTAL ATIVO	Circulante + Realizável a Longo Prazo + Permanente
PASSIVO CIRCULANTE	Empréstimos + Fornecedores + Impostos + Outros
EMPRESTIMOS	Saldo Inicial + Captação (Amortização) Curto Prazo Fluxo de Caixa
FORNECEDORES	Saldo Inicial + Desp Operac + (CPV - Deprec) + CAPEX - (Pagts Operacionais + Pagts Invest)
IMPOSTOS	Saldo Inicial + Encargos de Vendas + IR/CSSL - Pagts Impostos
OUTROS	Saldo Inicial
EXIGIVEL A LONGO PRAZO	Empréstimos + Controladora + Outros
EMPRESTIMOS	Saldo Inicial + Captação (Amortização) Longo Prazo Fluxo de Caixa
CONTROLADORA	Saldo Inicial + (Transferência Controladora IF > 0 - Fluxo de Caixa)
OUTROS	Saldo Inicial
PARTICIPAÇÃO MINORITÁRIA	Saldo Inicial + Resultado Participação Minoritária
PATRIMONIO LIQUIDO	Capital Social + Reservas + Lucros Acumulados
CAPITAL SOCIAL	Saldo Inicial + Aportes Fluxo de Caixa
RESERVAS	Saldo Inicial
LUCROS ACUMULADOS	Saldo Inicial + Lucro Líquido
TOTAL PASSIVO	Passivo Circulante + Exigível a Longo Prazo + Participação Minoritária + Patrimônio Líquido

FLUXO DE CAIXA	EQUAÇÃO
RECEBIMENTOS OPERACIONAIS	SI de Clientes + (Fat Bruto * (1 - Cond Rec/365))
PAGAMENTOS OPERACIONAIS	SI de Fornec + ((Desp Operac + CPV - Depreciação) * (1 - Cond Pagt/365))
GERAÇÃO OPERACIONAL	Rec Operac - Pagt Operac
INVESTIMENTOS	(Capex - Desp. Explorat.) * (1 - Cond Pagt/365) * -1
DESPEAS/(RECEITAS) FINANCEIRAS	Resultado Financeiro
APORTES	Capt. Total * (1 - % Capt Terc C.P - % Capt Terc L.P)
CAPTAÇÃO/(AMORTIZAÇÃO) FLP	(Capt Total * % L.P) - ((Capt Total * % Capt L.P) * % Amort L.P)
CAPTAÇÃO/(AMORTIZAÇÃO) FCP	(Capt Total * % C.P) - ((Capt Total * % Capt C.P) * % Amort C.P)
OUTROS	Saldo Inicial
GERAÇÃO DE CAIXA	Geração Operac + Invest + Result Financ + Aporte + Captação + Outros
TRANSFÊRENCIAS CONTROLADORA	Geração de Caixa * -1
SALDO FINAL	SI de Caixa + Geração de Caixa + Transferências

INDICADORES

- ECONÔMICO

Descrição	Medida	Equação
Receita Operac. Líquida	US\$ MIL	Rec Operac. Líquida do DRE
Resultado Operac.	US\$ MIL	Lucro Operacional do DRE
Resultado Líquido	US\$ MIL	Lucro Líquido do DRE
Margem Bruta	%	Lucro Bruto/Rec Operac Líquida
Margem Líquida	%	Lucro Líquido/Rec Operac Líquida
Investimento Total	US\$ MIL	Capex
Ativo Permanente	US\$ MIL	Ativo Permanente
DD&A	US\$ MIL	DD&A (US\$/boe)*(Produção Total (boed mil)*365)

- FINANCEIRO

Descrição	Medida	Equação
EBITDA	US\$ MIL	Lucro Operacional + DD&A
ROCE	%	(Lucro Operac*(1-%IR))/(Ativo Permanente Médio + Cap Giro Médio)
Patrimônio Líquido	US\$ MIL	Patrimônio Líquido
Captação de Longo Prazo	US\$ MIL	Captação Total*Captação Terceiros L.P
Amortização de Longo Prazo	US\$ MIL	Captação de Longo Prazo Acumulada * Amortização Terceiros L.P
Captação de Curto Prazo	US\$ MIL	Captação Total*Captação Terceiros C.P
Amortização de Curto Prazo	US\$ MIL	Captação de Curto Prazo Acumulada * Amortização Terceiros C.P
Total de Financiamentos	US\$ MIL	Empréstimos C.P + Empréstimos L.P

- OPERACIONAIS

Exploração e Desenvolvimento

Descrição	Medida	Equação
Reserva Óleo	bbl milhão	Parâmetro
Reserva Gás	scf bilhão	Parâmetro
Reserva Total	boe milhão	Reserva Óleo + (Reserva Gás/6)
Volume Apropriado Óleo	bbl mil	Parâmetro
Volume Apropriado Gás	scf milhão	Parâmetro
Volume Apropriado Total	boe mil	Volume Apropriado Óleo + (Volume Apropriado Gás/6)
Custo Apropriação Reservas - CAR	US\$/boe	Capex/ Volume Apropriado (Media dos Últimos 5 anos)

Exploração

Descrição	Medida	Equação
Investimento Exploratório	US\$ mil	Capex * % Exploração
Despesas exploratórias	US\$ mil	Investimento Exploratório * (1 - % Sucesso Exploratório)
% Sucesso Exploratório	%	Parâmetro
Volume Descoberto Óleo	bbl mil	Parâmetro
Volume Descoberto Gás	scf milhão	Parâmetro
Volume Descoberto Total	boe mil	Volume Descoberto Óleo + (Volume Descoberto Gás/6)
Custo Unitário da Descoberta - CD	US\$/boe	Capex/ Volume Descoberto (Media dos Últimos 3 anos)

Desenvolvimento

Descrição	Medida	Equação
Investimento em Desenvolvimento e Aquisição	US\$ mil	Capex - (Capex * % Exploração)
DD&A	US\$/boe	Parâmetro

Produção e Operações

Descrição	Medida	Equação
Produção de óleo	bpd mil	Parâmetro
Produção de gás	scfd milhão	Parâmetro
Produção Total	boed mil	Óleo + (gás/6)

Descrição	Medida	Equação
Custo de extração - Lifting (CE)	US\$/boe	Parâmetro
CTPP	US\$/boe	CTPP sem Royalty + Participação Governamental
Preço Médio Óleo	US\$/bbl	Brent + Diferencial Brent
Preço Médio Gás	US\$/scf mil	((Brent*Fator A Gás)+Fator B Gás)
Preço Médio Óleo e Gás	US\$/boe	Receita Bruta / (Produção Total*365)
Margem Bruta Unitária	US\$/boe	Lucro Bruto / (Produção Total *365)

3. MODELO G&E

PARÂMETROS FISICOS		PARÂMETROS FINANCEIROS	
Descrição	Medida	Descrição	Medida
Capacidade de Transporte de Gás	Milhão M3	% Utilização do Transporte	% s/ Capacidade Transp.
Capacidade de Geração de Energia	Gwh	% Utilização da Geração	% Capac Geração
Capacidade de Transmissão de Energia	Gwh	% Comerc Gás	% s/ Gás Processado
Capacidade de Distribuição de Energia	Gwh	% Utilização da Transmissão	% s/ Capacidade Transmissão
Volume de Gás Processado	Milhão M3	% Utilização da Distribuição	% s/ Capacidade Distribuição
Volume de Venda de Gás Mega	Milhão M3	Fator A Gás	% s/ Brent
		Fator B Gás	US\$/MIL m3
		Fator A Geração Energia	% s/ Brent
		Fator B Geração Energia	US\$/Mwh
		Fator A Transmissão Energia	% s/ Brent
		Fator B Transmissão Energia	US\$/Mwh
		Fator A Distribuição Energia	% s/ Brent
		Fator B Distribuição Energia	US\$/Mwh
		Tarifa de Transporte	US\$/MIL m3
		Fator A Médio Mega	% s/ Brent
		Fator B Médio Mega	US\$/MIL m3
		% Transformação Gás Mega	% s/ Vol. de Venda
		% Encargos s/ Vendas	% s/ Receita Bruta
		Volume Comprado de Gás pela Energia	Milhão m3
		Volume Comprado de Energia pela Distribuição	Gwh
		Custo Operacional do Transporte	US\$/MIL m3
		Custo Operacional da Geração de Energia	US\$/Mwh
		Custo Operacional da Transmissão de Energia	US\$/Mwh
		Custo Operacional da Distribuição de Energia	US\$/Mwh
		Custo Operacional da Comercialização	US\$/MIL m3
		Custo Operacional de Mega	US\$/MIL m3
		Fator A Gás Compra Geração	% s/ Brent
		Fator B Gás Compra Geração	US\$/MIL m3
		Fator A Compra Mega	% s/ Brent
		Fator B Compra Mega	US\$/MIL m3
		Fator A Compra Energia pela Distribuição	% s/ Brent
		Fator B Compra Energia pela Distribuição	US\$/MIL m3
		Depreciação Comercialização	US\$/MIL m3
		Depreciação Transporte	US\$/MIL m3
		Depreciação Geração Energia	US\$/Mwh
		Depreciação Transmissão Energia	US\$/Mwh
		Depreciação Distribuição Energia	US\$/Mwh
		Depreciação Mega	US\$/MIL m3
		% Overhead	% s/ Receita Bruta
		% IR	% s/ Lucro Antes do IR
		Capex	US\$ MIL
		Captação Total	US\$ MIL
		Captação Terceiros L.P	% s/ Captação
		Captação Terceiros C.P	% s/ Captação
		Amortização Terceiros L.P	% s/ Captação
		Amortização Terceiros C.P	% s/ Captação
		(Pagt)/Rec Juros	US\$ MIL
		% Relacionamento Transporte c/ Comerc.	% s/ Receita do Transporte
		% Relacionamento Comerc c/ Energia	% s/ Receita da Comercialização
		% Não Operacional	% s/ Receita Bruta
		Participação Minoritária	% s/ RL POS IR
		Equivalência Patrimonial	US\$ MIL
		Condições de Pagt Operac	Dias
		Condições de Receb. Operac	Dias
		Condições de Pagt. Invest.	Dias

MODELO DE ENTRADA DOS PARÂMETROS

HISTORICO REALIZADO								PROJEÇÃO											
1998	1999	2000	2001	2002	Media	Desvio	Padrão	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014

EQUAÇÕES DE RELACIONAMENTO COM AS DEMONSTRAÇÕES FINANCEIRAS E INDICADORES

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADO	EQUAÇÕES
RECEITA BRUTA	Transporte Gás + Comerc. Gás + Energia - Eliminação
Transporte Gás	(Capac de Transporte*%Utilização do Gasoduto)*Tarifa de Transporte
Comercialização Gás	(Prod Gás*%Comercialização)*(Brent*Fator A + Fator B)
Geração Energia	(Capac Geração*% Utilização da Capac.)*(Brent*Fator A + Fator B)
Transmissão Energia	(Capac Transmissão*% Utilização da Capac.)*(Brent*Fator A + Fator B)
Distribuição Energia	(Capac Distribuição*% Utilização da Capac.)*(Brent*Fator A + Fator B)
Mega	(Vol Compra Gás*%Transformação)*(Brent*FatorA + Fator B)
Eliminação	(Receita Bruta do Transporte * % Relac) + (ROB Comerc*%Relac)
ENCARGOS DE VENDAS	%Encargos de Vendas * Receita Bruta
RECEITA LIQUIDA	Receita Bruta - Encargos de Vendas
CPV	
Custo Operacional do Transporte	(Capac Transp * % Utilização)* (US\$/scf mil Transportado)
Custo Operacional da Comercialização	(Proc Gás*%Comercialização)*(US\$/scf mil Comerc) + (Prod Gás*%Comercialização)*(Brent*Fator A + Fator B)
Custo Operacional Geração Energia	(Capac Geração*% Utilização da Capac.)*(US\$/ mil MWh) + (Vol Comprado de Gás* (Brent*Fator A + Fator B))
Custo Operacional Transmissão Energia	
Custo Operacional Distribuição Energia	
Custo Operacional Mega	(Vol Comprado de Gás* (Brent*Fator A + Fator B)) + (Vol Comprado de Gás*US\$/scf mil Comprado)
Eliminação	(Receita Bruta do Transporte * % Relac) + (ROB Comerc*%Relac)
DD&A	US\$ Mil
LUCRO BRUTO	Receita Liquida - CPV
DESPESAS OPERACIONAIS	% Overhead*Receita Bruta
LUCRO OPERACIONAL	Lucro Bruto - Despesas Operacionais
RESULTADO FINANCEIRO	US\$ Mil
EQUIVALÊNCIA	US\$ Mil
RESULTADO NÃO OPERACIONAL	% * Receita Bruta
LUCRO ANTES DO IR	Lucro Operacional + Resultado Financeiro + Equivalência + Resultado Não Operacional
IR/CSSL	% Alíquota IR * Lucro Antes do IR
PARTICIPAÇÃO MINORITÁRIA	(Lucro Antes do IR- IR/CSSL)*%Participação Minoritária
LUCRO LIQUIDO	Lucro Antes do IR - IR/CSSL - Participação Minoritária

BALANÇO PATRIMONIAL	EQUAÇÕES
ATIVO CIRCULANTE	Cx e Bancos + Clientes + Estoques + Outros
CX E BANCOS	Saldo Final (Fluxo de Caixa)
CLIENTES	Saldo Inicial + Receita Bruta - Recebimento Operacional (Fluxo de Caixa)
ESTOQUES	Saldo Inicial + (CO Transporte + CO Comerc + CO Energia + CO Transmissão + CO Distribuição) - CPV
OUTROS	Saldo Inicial
REALIZAVEL A LONGO PRAZO	Controladora + Outros
CONTROLADORA	Saldo Inicial + (Transferência Controladora IF < 0 - Fluxo de Caixa)
OUTROS	Saldo Inicial
PERMANENTE	Investimentos + Imobilizado
INVESTIMENTOS	Saldo Inicial + Resultado da Equivalência
IMOBILIZADO	Saldo Inicial + Capex - (Saldo Inicial + Capex)*%Depreciação)
TOTAL ATIVO	Circulante + Realizável a Longo Prazo + Permanente
PASSIVO CIRCULANTE	Empréstimos + Fornecedores + Impostos + Outros
EMPRESTIMOS	Saldo Inicial + Captação (Amortização) Curto Prazo Fluxo de Caixa+Resultado Financeiro
FORNECEDORES	Saldo Inicial + Desp Operac + (CPV - Deprec) + CAPEX - (Pagts Operacionais + Pagts Invest)
IMPOSTOS	Saldo Inicial + Encargos de Vendas + IR/CSSL - Pagts Impostos
OUTROS	Saldo Inicial
EXIGIVEL A LONGO PRAZO	Empréstimos + Controladora + Outros
EMPRESTIMOS	Saldo Inicial + Captação (Amortização) Longo Prazo Fluxo de Caixa
CONTROLADORA	Saldo Inicial + (Transferência Controladora IF > 0 - Fluxo de Caixa)
OUTROS	Saldo Inicial
PARTICIPAÇÃO MINORITÁRIA	Saldo Inicial + Resultado Participação Minoritária
PATRIMONIO LIQUIDO	Capital Social + Reservas + Lucros Acumulados
CAPITAL SOCIAL	Saldo Inicial + Aportes Fluxo de Caixa
RESERVAS	Saldo Inicial
LUCROS ACUMULADOS	Saldo Inicial + Lucro Líquido
TOTAL PASSIVO	Passivo Circulante + Exigível a Longo Prazo + Participação Minoritária + Patrimônio Líquido

FLUXO DE CAIXA	EQUAÇÃO
RECEBIMENTOS OPERACIONAIS	SI de Clientes + (Fat Bruto * (1 - Cond Rec/365))
PAGAMENTOS OPERACIONAIS	SI de Fornec +((Desp Operac + CPV - Depreciação) * (1 - Cond Pagt/365))
GERAÇÃO OPERACIONAL	Rec Operac - Pagt Operac
INVESTIMENTOS	Capex * (1 - Cond Pagt/365) * -1
DESPEASAS/(RECEITAS) FINANCEIRAS	Resultado Financeiro
APORTES	Capt. Total * (1 - % Capt Terc C.P - % Capt Terc L.P)
CAPTAÇÃO/(AMORTIZAÇÃO) FLP	(Capt Total * % L.P) - ((Capt Total * % Capt L.P) * % Amort L.P)
CAPTAÇÃO/(AMORTIZAÇÃO) FCP	(Capt Total * % C.P) - ((Capt Total * % Capt C.P) * % Amort C.P)
OUTROS	Saldo Inicial
GERAÇÃO DE CAIXA	Geração Operac + Invest + Result Financ + Aporte + Captação + Outros
TRANSFÊRENCIAS CONTROLADORA	Geração de Caixa * -1
SALDO FINAL	SI de Caixa + Geração de Caixa + Transferências

INDICADORES

- FINANCEIROS

Descrição	Medida	Equação
Receita Operac. Líquida	US\$ MIL	Rec Operac. Líquida do DRE
Result Líquido	US\$ MIL	Lucro Líquido do DRE
Resultado Operac.	US\$ MIL	Lucro Operacional do DRE
Margem Operac.	%	Lucro Operac/Rec Operac Líquida
Margem Líquida	%	Lucro Líquido/Rec Operac Líquida
EBITDA	US\$ MIL	Lucro Operacional + Depreciação
ROCE	%	(Lucro Operac*(1-%IR))/(Ativo Permanente Médio + Cap Giro Médio)
Investimento	US\$ MIL	Total do CAPEX
Despesas Operac.	US\$ MIL	Despesas Operac.do DRE

- OPERACIONAIS

Descrição	Medida	Equação
Volume Comercializado de Gás	scf milhão	(Produção de Gás * % Comercialização)
Volume Transportado de Gás	scf milhão	(Capac Transporte * % Utilização)
Capacidade de Transporte	scf milhão	Parâmetros
Capacidade de Geração	MWh	Parâmetros
Volume Gerado de Energia	MWh	(Capacidade de Geração* %Utilização Geração)
Preço de Venda do Gás	US\$/scf mil	(Brent*Fator A + Fator B)
Margem do Gás	%	$(1 - ((Brent * Fator A + Fator B Venda)/(Brent * Fator A + Fator B Compra))) * 100$
Tarifa de Transporte	US\$/scf mil	Parâmetros

4. MODELO RTCP

PARÂMETROS FISICOS		PARÂMETROS FINANCEIROS	
Descrição	Medida	Descrição	Medida
Capacidade Instalada - Refino	bpd mil	Fator A Gasolina	% s/ Brent
Carga Processada	bpd mil	Fator B Gasolina	US\$/m3
% Transformação Gasolina	%	Fator A GLP	% s/ Brent
% Transformação GLP	%	Fator B GLP	US\$/m3
% Transformação Diesel	%	Fator A Diesel	% s/ Brent
% Transformação Recon	%	Fator B Diesel	US\$/m3
% Transformação Outros	%	Fator A Recon	% s/ Brent
Capacidade Instalada - Petroquimica	Mil Ton	Fator B Recon	US\$/m3
Capacidade Instalada - Fertilizantes	Mil Ton	Fator A Outros	% s/ Brent
Volume Insumos Comprados - Petroquimica	Mil Ton	Fator B Outros	US\$/m3
Volume Insumos Comprados - Fertilizantes	Mil Ton	Fator A Petroquimicos	% s/ Brent
Volume Processado - Petroquimica	Mil Ton	Fator B Petroquimicos	US\$/Ton
Volume Processado - Fertilizantes	Mil Ton	Fator A Fertilizantes	% s/ Brent
		Fator B Fertilizantes	US\$/Ton
		% Encargos s/ Vendas	% s/ ROB
		Diferencial do Brent	US\$/bbl
		Fator A Insumos Petroquimicos	% s/ Brent
		Fator B Insumos Petroquimicos	US\$/Ton
		Fator A Insumos Fertilizantes	% s/ Brent
		Fator B Insumos Fertilizantes	US\$/Ton
		COR	US\$/bbl
		Outros Custos de Refino	US\$/bbl
		Custo Operacional - Petroquimica	US\$/Ton Processada
		Custo Operacional - Fertilizantes	US\$/Ton Processada
		Depreciação Refino	US\$/bbl Processado
		Depreciação Petroquimica	US\$/Ton Processada
		Depreciação Fertilizantes	US\$/Ton Processada
		% Overhead	% s/ ROB
		% IR	% s/ Lucro Antes do IR
		Capex Refino	US\$ MIL
		Capex Petroquimica	US\$ MIL
		Capex Fertilizantes	US\$ MIL
		Captação Total	US\$ MIL
		Captação Terceiros L.P	% s/ Captação
		Captação Terceiros C.P	% s/ Captação
		Amortização Terceiros L.P	% s/ Captação
		Amortização Terceiros C.P	% s/ Captação
		(Pagt)/Rec Juros	US\$ MIL
		% Relacionamento Refino c/ Petroquimica	% s/ ROB
		% Relacionamento Refino c/ Distribuição	% s/ ROB
		% Não Operacional	% s/ ROB
		Participação Minoritária	% s/ RL POS IR
		Equivalência Patrimonial	US\$ MIL
		Condições de Pagt Operac	Dias
		Condições de Receb. Operac	Dias
		Condições de Pagt. Invest.	Dias

MODELO DE ENTRADA DOS PARÂMETROS

HISTORICO REALIZADO							PROJEÇÃO											
1998	1999	2000	2001	2002	Media	Desvio Padrão	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014

EQUAÇÕES DE RELACIONAMENTO COM AS DEMONSTRAÇÕES FINANCEIRAS E INDICADORES

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADO	EQUAÇÕES
RECEITA BRUTA	Gasolina+GLP+Diesel+Recon+Outros+ Petroquímica +Fertilizantes+Intersegmentos
Gasolina	$((Carga\ Proc.\ *365)\%Utilização)\%Transf.\ Gasolina)*(Brent*Fator\ A\ +\ Fator\ B)$
GLP	$((Carga\ Proc.\ *365)\%Utilização)\%Transf.\ GLP)*(Brent*Fator\ A\ +\ Fator\ B)$
Diesel	$((Carga\ Proc.\ *365)\%Utilização)\%Transf.\ Diesel)*(Brent*Fator\ A\ +\ Fator\ B)$
Recon	$((Carga\ Proc.\ *365)\%Utilização)\%Transf.\ Recon)*(Brent*Fator\ A\ +\ Fator\ B)$
Outros	$((Carga\ Proc.\ *365)\%Utilização)\%Transf.\ Outros)*(Brent*Fator\ A\ +\ Fator\ B)$
Petroquímica	Volume Processado Petroquímica *(Brent*Fator A + Fator B)
Fertilizantes	Volume Processado Fertilizantes*(Brent*Fator A + Fator B)
Receitas Intersegmentos	-(Preço Médio Cesta Deriv.* Vol. Deriv. Vendidos)*% Relac. Refino c/ Petroquímica
ENCARGOS DE VENDAS	%Encargos de Vendas * Receita Bruta
RECEITA LIQUIDA	Receita Bruta - Encargos de Vendas
CPV	
Custo Operacional do Refino	(Carga Processada*365)*(COR)
Outros Custos de Refino	(Carga Processada*365)*(Outros Custos de Refino)
Cru	(Carga Processada*365)*(Brent + Diferencial)
Petroquímica	(Vol.Ins.Compr.Petr.*((Fator A Ins.Pret.* Benceno)+ Fator B Ins.Pret.)
Fertilizantes	(Vol.Ins.Compr.Fert.*((Fator A Ins.Fert.* Brent)+Fator B Ins.Fert.)
Custos Intersegmentos	-(Preço Médio Cesta Deriv.* Vol. Deriv. Vendidos)*% Relac. Refino c/ Petroquímica
Depreciação	DD&A
LUCRO BRUTO	Receita Liquida - CPV
DESPESAS OPERACIONAIS	% Overhead*Receita Bruta
LUCRO OPERACIONAL	Lucro Bruto - Despesas Operacionais
RESULTADO FINANCEIRO	US\$ Mil
EQUIVALÊNCIA	US\$ Mil
RESULTADO NÃO OPERACIONAL	% * Receita Bruta
LUCRO ANTES DO IR	Lucro Operacional + Resultado Financeiro + Equivalência + Resultado Não Operacional
IR/CSSL	% Alíquota IR * Lucro Antes do IR
PARTICIPAÇÃO MINORITÁRIA	(Lucro Antes do IR- IR/CSSL)*%Participação Minoritária
LUCRO LIQUIDO	Lucro Antes do IR - IR/CSSL - Participação Minoritária

BALANÇO PATRIMONIAL	EQUAÇÕES
ATIVO CIRCULANTE	Cx e Bancos + Clientes + Estoques + Outros
CX E BANCOS	Saldo Final (Fluxo de Caixa)
CLIENTES	Saldo Inicial + Receita Bruta - Recebimento Operacional (Fluxo de Caixa)
ESTOQUES	Saldo Inicial + (CO Transporte + CO Refino + Cru) - CPV
OUTROS	Saldo Inicial
REALIZAVEL A LONGO PRAZO	Controladora + Outros
CONTROLADORA	Saldo Inicial + (Transferência Controladora IF < 0 - Fluxo de Caixa)
OUTROS	Saldo Inicial
PERMANENTE	Investimentos + Imobilizado
INVESTIMENTOS	Saldo Inicial + Resultado da Equivalência
IMOBILIZADO	Saldo Inicial + Capex - ((Saldo Inicial + Capex)*%Depreciação)
TOTAL ATIVO	Circulante + Realizavel a Longo Prazo + Permanente
PASSIVO CIRCULANTE	Empréstimos + Fornecedores + Impostos + Outros
EMPRESTIMOS	Saldo Inicial + Captação (Amortização) Curto Prazo Fluxo de Caixa+Resultado Financeiro
FORNECEDORES	Saldo Inicial + Desp Operac + (CPV - Deprec) + CAPEX - (Pagts Operacionais + Pagts Invest)
IMPOSTOS	Saldo Inicial + Encargos de Vendas + IR/CSSL - Pagts Impostos
OUTROS	Saldo Inicial
EXIGIVEL A LONGO PRAZO	Empréstimos + Controladora + Outros
EMPRESTIMOS	Saldo Inicial + Captação (Amortização) Longo Prazo Fluxo de Caixa
CONTROLADORA	Saldo Inicial + (Transferência Controladora IF > 0 - Fluxo de Caixa)
OUTROS	Saldo Inicial
PARTICIPAÇÃO MINORITÁRIA	Saldo Inicial + Resultado Participação Minoritária
PATRIMONIO LIQUIDO	Capital Social + Reservas + Lucros Acumulados
CAPITAL SOCIAL	Saldo Inicial + Aportes Fluxo de Caixa
RESERVAS	Saldo Inicial
LUCROS ACUMULADOS	Saldo Inicial + Lucro Liquido
TOTAL PASSIVO	Passivo Circulante + Exigível a Longo Prazo + Participação Minoritária + Patrimônio Liquido

FLUXO DE CAIXA	EQUAÇÃO
RECEBIMENTOS OPERACIONAIS	SI de Clientes + (Fat Bruto * (1 - Cond Rec/365))
PAGAMENTOS OPERACIONAIS	SI de Fornec + (Desp Operac + CPV - Depreciação) * (1 - Cond Pagt/365))
GERAÇÃO OPERACIONAL	Rec Operac - Pagt Operac
INVESTIMENTOS	Capex * (1 - Cond Pagt/365) * -1
DESPESAS/(RECEITAS) FINANCEIRAS	Resultado Financeiro
APORTES	Capt. Total * (1 - % Capt Terc C.P - % Capt Terc L.P)
CAPTAÇÃO/(AMORTIZAÇÃO) FLP	(Capt Total * % L.P) - ((Capt Total * % Capt L.P) * % Amort L.P)
CAPTAÇÃO/(AMORTIZAÇÃO) FCP	(Capt Total * % C.P) - ((Capt Total * % Capt C.P) * % Amort C.P)
OUTROS	Saldo Inicial
GERAÇÃO DE CAIXA	Geração Operac + Invest + Result Financ + Aporte + Captação + Outros
TRANSFÊRENCIAS CONTROLADORA	Geração de Caixa * -1
SALDO FINAL	SI de Caixa + Geração de Caixa + Transferências

INDICADORES

- ECONÔMICOS

Descrição	Medida	Equação
Receita Operac. Líquida	US\$ MIL	Rec Operac. Líquida do DRE
Result Líquido	US\$ MIL	Lucro Líquido do DRE
Resultado Operac.	US\$ MIL	Lucro Operacional do DRE
Margem Operac.	%	Lucro Operac/Rec Operac Líquida
Margem Líquida	%	Lucro Líquido/Rec Operac Líquida
Investimento Total	US\$ MIL	Total do CAPEX
Ativo Permanente	US\$ MIL	Ativo Permanente do Balanço Patrimonial
DD&A	US\$ MIL	(Depr.Ref.*(Carga Proc.*365))+(Vol.Proc.Petroq.*Depr.Petroq.)+(Vol.Proc.Fert.*Depr.fert.)

- FINANCEIROS

Descrição	Medida	Equação
EBITDA	US\$ MIL	Lucro Operacional + Depreciação
ROCE	%	(Lucro Operac*(1-%IR))/(Ativo Permanente Médio + Cap Giro Médio)
Patrimônio Líquido	US\$ MIL	Patrimônio Líquido do Balanço Patrimonial
Captação de Longo Prazo	US\$ MIL	Captação Total * Captação Terceiros L.P.
Amortização de Longo Prazo	US\$ MIL	Captação Terc. L.P Acumul. * Amort. Terc. L.P
Captação de Curto Prazo	US\$ MIL	Captação Total * Captação Terceiros C.P.
Amortização de Curto Prazo	US\$ MIL	Captação Terc. C.P Acumul. * Amort. Terc. C.P
Total de Financiamentos	US\$ MIL	Empréstimos do Balanço Patrimonial

- OPERACIONAIS (REFINO)

Descrição	Medida	Equação
Capacidade de Refino	bpd mil	Parâmetros
Carga Fresca Processada	bpd mil	(Capac Instalada * % Utilização)
Fator de Utilização	US\$/bbl	Carga Processada/ Capac. de Refino
Volume de Derivados Vendidos	%	Parâmetros
Preço Médio de Compra do Petroleo	US\$/bbl	Parâmetros + Diferencial Brent
Preço Médio da Cesta de Derivados	US\$/bbl	Receita Bruta/((Carga Processada * 365)/6,29) *%Transf. Produto
COR	US\$/bbl	Parâmetros

- OPERACIONAIS (PETROQUÍMICA)

Descrição	Medida	Equação
Capacidade de Produção	mil ton	Parâmetros
Volume Processado	mil ton	Parâmetros
% Utilização	%	Volume Process./ Capacidade de Produção
Preço Médio de Compra	US\$/ton	(Benzeno*Fator A + Fator B)
Preço Médio da Cesta de Derivados	US\$/ton	(Estireno*Fator A + Fator B)

- OPERACIONAIS (FERTILIZANTES)

Descrição	Medida	Equação
Capacidade de Produção	mil ton	Parâmetros
Volume Processado	mil ton	Parâmetros
% Utilização	%	Volume Process./ Capacidade de Produção
Preço Médio de Compra	US\$/ton	(Brent*Fator A + Fator B)
Preço Médio de Venda	US\$/ton	(Uréia*Fator A + Fator B)

5. MODELO DISTRIBUIÇÃO

PARÂMETROS FISICOS		PARÂMETROS FINANCEIROS	
Descrição	Medida	Descrição	Medida
Mercado Total de Diesel	mil m3	Fator A Diesel	% s/ Brent
Mercado Total de Gasolina	mil m3	Fator B Diesel	US\$/m3
Mercado Total de IFOS	mil m3	Fator A Gasolina	% s/ Brent
Mercado Total de Outros	mil m3	Fator B Gasolina	US\$/m3
Market Share Diesel	%	Fator A IFOS	% s/ Brent
Market Share Gasolina	%	Fator B IFOS	US\$/m3
Market Share IFOS	%	Fator A Outros	% s/ Brent
Market Share Outros	%	Fator B Outros	US\$/m3
Volume Distribuido - Estações de Serviço	%	Serviços	US\$ MIL
Volume Distribuido - Vendas Diretas	%	% Encargos s/ Vendas	% s/ ROB
N. de Estações de Serviços	Numero	Margem Bruta Diesel	US\$/m3
N. de Lojas de Convêniencia	Numero	Margem Bruta Gasolina	US\$/m3
		Margem Bruta IFOS	US\$/m3
		Margem Bruta Outros	US\$/m3
		Depreciação	US\$/m3 Distribuido
		Custo Operacional da Distribuição	US\$/m3 Distribuido
		% Overhead	% s/ ROB
		% IR	% s/ Lucro Antes do IR
		Capex	US\$ MIL
		Captação Total	US\$ MIL
		Captação Terceiros L.P	% s/ Captação
		Captação Terceiros C.P	% s/ Captação
		Amortização Terceiros L.P	% s/ Captação
		Amortização Terceiros C.P	% s/ Captação
		Juros	US\$ MIL
		% Não Operacional	% s/ ROB
		Participação Minoritária	% s/ RL POS IR
		Equivalência Patrimonial	US\$ MIL
		Condições de Pagt Operac	Dias
		Condições de Receb. Operac	Dias
		Condições de Pagt. Invest.	Dias

MODELO DE ENTRADA DOS PARÂMETROS

HISTORICO REALIZADO							PROJEÇÃO											
1998	1999	2000	2001	2002	Media	Desvio Padrão	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014

EQUAÇÕES DE RELACIONAMENTO COM AS DEMONSTRAÇÕES FINANCEIRAS E INDICADORES

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADO	EQUAÇÕES
RECEITA BRUTA	Gasolina+Diesel+IFOS+Outros
Gasolina	{Mercado Total Gasol * % Share Gasol}*{(Brent*Fator A Gasol+Fator B Gasol)}
Diesel	{Mercado Total Diesel * % Share Diesel}*{(Brent*Fator A Diesel+Fator B Diesel)}
IFOS	{Mercado Total IFOS * % Share IFOS}*{(Brent*Fator A IFOS+Fator B IFOS)}
Outros	{Mercado Total Outros * % Share Outros}*{(Brent*Fator A Outros+Fator B Outros)}
ENCARGOS DE VENDAS	%Encargos de Vendas * Receita Bruta
RECEITA LIQUIDA	Receita Bruta - Encargos de Vendas
CPV	Gasolina+Diesel+IFOS+Outros
Gasolina	Receita Bruta Gasol - {(Mercado Total Gasol* % Share Gasol) * Margem Bruta Gasol}
Diesel	Receita Bruta Diesel - {(Mercado Total Diesel* % Share Diesel) * Margem Bruta Diesel}
IFOS	Receita Bruta IFOS - {(Mercado Total IFOS* % Share IFOS) * Margem Bruta IFOS}
Outros	Receita Bruta Outros - {(Mercado Total Outros* % Share Outros) * Margem Bruta Outros}
LUCRO BRUTO	Receita Liquida - CPV
DESPESAS OPERACIONAIS	% Overhead*Receita Bruta
LUCRO OPERACIONAL	Lucro Bruto - Despesas Operacionais
RESULTADO FINANCEIRO	US\$ Mil
EQUIVALÊNCIA	US\$ Mil
RESULTADO NÃO OPERACIONAL	% * Receita Bruta
LUCRO ANTES DO IR	Lucro Operacional + Resultado Financeiro + Equivalência + Resultado Não Operacional
IR/CSSL	% Aliquota IR * Lucro Antes do IR
PARTICIPAÇÃO MINORITÁRIA	(Lucro Antes do IR- IR/CSSL)*%Participação Minoritária
LUCRO LIQUIDO	Lucro Antes do IR - IR/CSSL - Participação Minoritária

BALANÇO PATRIMONIAL	EQUAÇÕES
ATIVO CIRCULANTE	Cx e Bancos + Clientes + Estoques + Outros
CX E BANCOS	Saldo Final (Fluxo de Caixa)
CLIENTES	Saldo Inicial + Receita Bruta - Recebimento Operacional (Fluxo de Caixa)
ESTOQUES	Saldo Inicial
OUTROS	Saldo Inicial
REALIZAVEL A LONGO PRAZO	Controladora + Outros
CONTROLADORA	Saldo Inicial + (Transferência Controladora IF < 0 - Fluxo de Caixa)
OUTROS	Saldo Inicial
PERMANENTE	Investimentos + Imobilizado
INVESTIMENTOS	Saldo Inicial + Resultado da Equivalência
IMOBILIZADO	Saldo Inicial + Capex - (Saldo Inicial + Capex)*%Depreciação)
TOTAL ATIVO	Circulante + Realizavel a Longo Prazo + Permanente
PASSIVO CIRCULANTE	Empréstimos + Fornecedores + Impostos + Outros
EMPRESTIMOS	Saldo Inicial + Captação (Amortização) Curto Prazo Fluxo de Caixa+Resultado Financeiro
FORNECEDORES	Saldo Inicial + Desp Operac + (CPV - Deprec) + CAPEX - (Pagts Operacionais + Pagts Invest)
IMPOSTOS	Saldo Inicial + Encargos de Vendas + IR/CSSL - Pagts Impostos
OUTROS	Saldo Inicial
EXIGIVEL A LONGO PRAZO	Empréstimos + Controladora + Outros
EMPRESTIMOS	Saldo Inicial + Captação (Amortização) Longo Prazo Fluxo de Caixa
CONTROLADORA	Saldo Inicial + (Transferência Controladora IF > 0 - Fluxo de Caixa)
OUTROS	Saldo Inicial
PARTICIPAÇÃO MINORITÁRIA	Saldo Inicial + Resultado Participação Minoritária
PATRIMONIO LIQUIDO	Capital Social + Reservas + Lucros Acumulados
CAPITAL SOCIAL	Saldo Inicial + Aportes Fluxo de Caixa
RESERVAS	Saldo Inicial
LUCROS ACUMULADOS	Saldo Inicial + Lucro Liquido
TOTAL PASSIVO	Passivo Circulante + Exigível a Longo Prazo + Participação Minoritária + Patrimônio Liquido

FLUXO DE CAIXA	EQUAÇÃO
RECEBIMENTOS OPERACIONAIS	SI de Clientes + (Fat Bruto * (1 - Cond Rec/365))
PAGAMENTOS OPERACIONAIS	SI de Fornec + (Desp Operac + CPV – Depreciação) * (1 - Cond Pagt/365))
GERAÇÃO OPERACIONAL	Rec Operac - Pagt Operac
INVESTIMENTOS	Capex * (1 - Cond Pagt/365) * -1
DESPEAS/(RECEITAS) FINANCEIRAS	Resultado Financeiro
APORTES	Capt. Total * (1 - % Capt Terc C.P - % Capt Terc L.P)
CAPTAÇÃO/(AMORTIZAÇÃO) FLP	(Capt Total * % L.P) - {(Capt Total * % Capt L.P) * % Amort L.P}
CAPTAÇÃO/(AMORTIZAÇÃO) FCP	(Capt Total * % C.P) - {(Capt Total * % Capt C.P) * % Amort C.P}
OUTROS	Saldo Inicial
GERAÇÃO DE CAIXA	Geração Operac + Invest + Result Financ + Aporte + Captação + Outros
TRANSFÊRENCIAS CONTROLADORA	Geração de Caixa * -1
SALDO FINAL	SI de Caixa + Geração de Caixa + Transferências

INDICADORES

- ECONÔMICOS

Descrição	Medida	Equação
Receita Operac. Líquida	US\$ MIL	Rec Operac. Líquida do DRE
Result Líquido	US\$ MIL	Lucro Líquido do DRE
Resultado Operac.	US\$ MIL	Lucro Operacional do DRE
Margem Operac.	%	Lucro Operac/Rec Operac Líquida
Margem Líquida	%	Lucro Líquido/Rec Operac Líquida
Investimento Total	US\$ MIL	Total do CAPEX
Ativo Permanente	US\$ MIL	Ativo Permanente do Balanço Patrimonial
DD&A	US\$ MIL	Parâmetros Distribuição J40*VDiretas_Estserv IB10

- FINANCEIROS

Descrição	Medida	Equação
EBITDA	US\$ MIL	Lucro Operacional + Depreciação
ROCE	%	(Lucro Operac*(1-%IR))/(Ativo Permanente Médio + Cap Giro Médio)
Patrimônio Líquido	US\$ MIL	Patrimônio Líquido do Balanço Patrimonial
Captação de Longo Prazo	US\$ MIL	Captação Total * Captação Terceiros L.P.
Amortização de Longo Prazo	US\$ MIL	Captação Terc. L.P Acumul. * Amort. Terc. L.P
Captação de Curto Prazo	US\$ MIL	Captação Total * Captação Terceiros C.P.
Amortização de Curto Prazo	US\$ MIL	Captação Terc. C.P Acumul. * Amort. Terc. C.P
Total de Financiamentos	US\$ MIL	Empréstimos do Balanço Patrimonial

- OPERACIONAIS

Descrição	Medida	Equação
Volume Vendido Estações de Serviço	mil m3	(Mercado Total * Market Share) * Volume Vendido EESS
Volume Vendido Vendas Diretas	mil m3	(Mercado Total * Market Share) * Volume Vendido VD
Volume Total de Derivados Vendidos	mil m3	Mercado Total * Market Share
Preço Médio dos Derivados Comprados	US\$/m3	(((Fator A*Brent)+Fator B)-Margem)*(Mercado*Market Share)/ Vol. Total
Preço Médio dos Derivados Vendidos	US\$/m3	((Fator A*Brent)+Fator B)*(Mercado*Market Share)/ Vol. Total
Custo Operacional	US\$/m3	Parâmetros
Margem Bruta Unitária	US\$/m3	Lucro Bruto / Volume Total de Derivados Vendidos
Estações de Serviço	Numero	Parâmetros
Lojas de Conveniência	Numero	Parâmetros

6. MODELO CORPORATIVO

PARÂMETROS FINANCEIROS	
Descrição	Medida
Depreciação	US\$ MIL
Numero de Pessoas E&P	Qtd
Numero de Pessoas G&E	Qtd
Numero de Pessoas Abastecimento	Qtd
Numero de Pessoas Corporativo	Qtd
Despesa Operacional E&P	US\$/Pessoa
Despesa Operacional G&E	US\$/Pessoa
Despesa Operacional Abastecimento	US\$/Pessoa
Despesa Operacional Corporativo	US\$/Pessoa
Despesa Operacional Corporativo Unidades	US\$ MIL
IR	US\$ MIL
Capex E&P	US\$ MIL
Capex G&E	US\$ MIL
Capex Abastecimento	US\$ MIL
Capex Corporativo Sede	US\$ MIL
Capex Corporativo Unidades	US\$ MIL
Captção Total	US\$ MIL
Captção Terceiros L.P	% s/ Captção
Captção Terceiros C.P	% s/ Captção
Amortização Terceiros L.P	% s/ Captção
Amortização Terceiros C.P	% s/ Captção
Juros	US\$ MIL
Resultado não operacional	US\$ MIL
Participação Minoritária	US\$ MIL
Equivalência Patrimonial	US\$ MIL

MODELO DE ENTRADA DOS PARÂMETROS

HISTORICO REALIZADO							PROJEÇÃO											
1998	1999	2000	2001	2002	Media	Desvio Padrão	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014

EQUAÇÕES DE RELACIONAMENTO COM AS DEMONSTRAÇÕES FINANCEIRAS E INDICADORES

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADO	EQUAÇÕES
RECEITA BRUTA	Não Aplicável
ENCARGOS DE VENDAS	Não Aplicável
RECEITA LIQUIDA	Receita Bruta - Encargos de Vendas
CPV	Não Aplicável
LUCRO BRUTO	Receita Líquida - CPV
DESPESAS OPERACIONAIS	Não Aplicável
LUCRO OPERACIONAL	Lucro Bruto - Despesas Operacionais
RESULTADO FINANCEIRO	US\$ Mil
EQUIVALÊNCIA	US\$ Mil
RESULTADO NÃO OPERACIONAL	US\$ Mil
LUCRO ANTES DO IR	Lucro Operacional + Resultado Financeiro + Equivalência + Resultado Não Operacional
IR/CSSL	US\$ Mil
PARTICIPAÇÃO MINORITÁRIA	US\$ Mil
LUCRO LIQUIDO	Lucro Antes do IR - IR/CSSL - Participação Minoritária

BALANÇO PATRIMONIAL	EQUAÇÕES
ATIVO CIRCULANTE	Cx e Bancos + Clientes + Estoques + Outros
CX E BANCOS	Saldo Final (Fluxo de Caixa)
CLIENTES	Saldo Inicial + Receita Bruta - Recebimento Operacional (Fluxo de Caixa)
ESTOQUES	Saldo Inicial
OUTROS	Saldo Inicial
REALIZAVEL A LONGO PRAZO	Controladora + Outros
CONTROLADORA	Saldo Inicial + (Transferência Controladora IF < 0 - Fluxo de Caixa)
OUTROS	Saldo Inicial
PERMANENTE	Investimentos + Imobilizado
INVESTIMENTOS	Saldo Inicial + Resultado da Equivalência
IMOBILIZADO	Saldo Inicial + Capex - ((Saldo Inicial + Capex)*%Depreciação)
TOTAL ATIVO	Circulante + Realizavel a Longo Prazo + Permanente
PASSIVO CIRCULANTE	Emprestimos + Fornecedores + Impostos + Outros
EMPRESTIMOS	Saldo Inicial + Captação (Amortização) Curto Prazo Fluxo de Caixa+Resultado Financeiro
FORNECEDORES	Saldo Inicial + Desp Operac - Depreciação + CAPEX - (Pagts Operacionais + Pagts Invest)
IMPOSTOS	Saldo Inicial + IR/CSSL - Pagts Impostos
OUTROS	Saldo Inicial
EXIGIVEL A LONGO PRAZO	Emprestimos + Controladora + Outros
EMPRESTIMOS	Saldo Inicial + Captação (Amortização) Longo Prazo Fluxo de Caixa
CONTROLADORA	Saldo Inicial + (Transferência Controladora IF > 0 - Fluxo de Caixa)
OUTROS	Saldo Inicial
PARTICIPAÇÃO MINORITÁRIA	Saldo Inicial + Resultado Participação Minoritária
PATRIMONIO LIQUIDO	Capital Social + Reservas + Lucros Acumulados
CAPITAL SOCIAL	Saldo Inicial + Aportes Fluxo de Caixa
RESERVAS	Saldo Inicial
LUCROS ACUMULADOS	Saldo Inicial + Lucro Líquido
TOTAL PASSIVO	Passivo Circulante + Exigível a Longo Prazo + Participação Minoritária + Patrimônio Líquido

FLUXO DE CAIXA	EQUAÇÃO
RECEBIMENTOS OPERACIONAIS	Não Aplicável
PAGAMENTOS OPERACIONAIS	SI de Fornec + (Desp Operac + CPV - Depreciação * (1 - Cond Pagt/365))
GERAÇÃO OPERACIONAL	Rec Operac - Pagt Operac
INVESTIMENTOS	Capex * (1 - Cond Pagt/365) * -1
DESPESAS/(RECEITAS) FINANCEIRAS	Resultado Financeiro
APORTES	Capt. Total * (1 - % Capt Terc C.P - % Capt Terc L.P)
CAPTAÇÃO/(AMORTIZAÇÃO) FLP	(Capt Total * % L.P) - ((Capt Total * % Capt L.P) * % Amort L.P)
CAPTAÇÃO/(AMORTIZAÇÃO) FCP	(Capt Total * % C.P) - ((Capt Total * % Capt C.P) * % Amort C.P)
OUTROS	Saldo Inicial
GERAÇÃO DE CAIXA	Geração Operac + Invest + Result Financ + Aporte + Captação + Outros
TRANSFÊRENCIAS CONTROLADORA	Geração de Caixa * -1
SALDO FINAL	SI de Caixa + Geração de Caixa + Transferências

7. CONSOLIDAÇÃO

ELIMINAÇÃO

Fornecedor	Cliente	Equação	Nível
E&P	Gás	% Relac. * Fat. Bruto do Fornecedor	Área
	Refino	% Relac. * Fat. Bruto do Fornecedor	Área
Refino	Distribuição	% Relac. * Fat. Bruto do Fornecedor	Área

Demonstração Financeira	Debito	Credito
DRE	Receita Bruta	CPV
Balanço	Fornecedor	Cliente
Caixa	Rec. Operac	Pagt Operac.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)