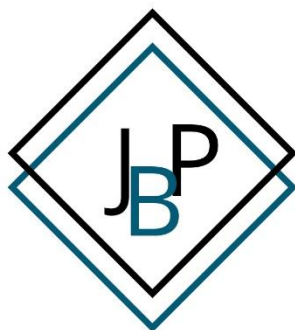




Índice Nelson Complexidade (NCI)

Agosto/19

Apresentação da Metodologia de Cálculo da Complexidade segundo Nelson



CONSULTORIA
DOWNSTREAM

1 – O conceito de Complexidade

O índice de complexidade de Nelson (Wilbur L Nelson) é o mais antigo e tradicional na indústria do petróleo para comparação de refinarias. Sua primeira versão surgiu em artigos publicados em 1960 (NELSON, 1961), tornando-se parte da história desta indústria. Este professor da Universidade de Tulsa, nos Estados Unidos, foi também durante muitos anos editor técnico da *Oil and Gas Journal*, revista tradicional na indústria do petróleo. A proposta de Nelson logo despertou muito interesse, sendo analisada em inúmeros artigos ao longo daquela década, culminando com uma série de artigos (NELSON, 1976) onde são estabelecidos os fatores usados neste trabalho. O seu objetivo era permitir a comparação de refinarias com diferentes esquemas de refino, tentando-se colocá-las numa mesma base. Essa sistemática é muito utilizada por consultorias na área de Petróleo, como a *Solomon Associates* que utiliza metodologia semelhante, obtendo índices ligeiramente diferentes dos apresentados por Nelson, já que levam em consideração alguns itens referentes a unidades auxiliares. Os dados de empresas de consultoria, porém, costumam ser objeto de acordo de confidencialidade, e não estão, normalmente, disponíveis para uso público. O conceito de complexidade é também utilizado em processos de venda e aquisição de refinarias ou em estudos de desempenho, já que se torna possível a partir desta parametrização, a realização de comparações com referências bem estabelecidas.

No caso de Nelson, este índice se restringe às unidades de processamento (Inside Battery Limits), não levando em consideração a geração de utilidades, ou outros itens como tancagem, terminais, etc. O principal objetivo é o de permitir uma visão da complexidade da refinaria, do seu custo de reposição e do impacto da adição de novas unidades, viabilizando-se, assim, a comparação entre grupos de refinarias. Esta simplificação também é necessária porque dificilmente encontram-se disponíveis informações confiáveis sobre os sistemas auxiliares de tancagem e geração de utilidades. Torna-se importante, portanto, um cuidado adicional na comparação dos valores de complexidade obtidos na literatura de modo a se levar em conta as premissas utilizadas.

O conceito explorado por Nelson leva em conta que as refinarias possuem pelo menos uma Unidade de Destilação Atmosférica (UDA), tendo sido desenvolvido, então, um conjunto de fatores a partir de uma relação de custos de instalação entre cada unidade e a destilação atmosférica. Por exemplo, se uma UDA custava 1.000 US\$/bpd e uma Unidade de Craqueamento Catalítico 6.000 US\$/bpd, esta Unidade passava a ser considerada como tendo um fator de complexidade 6.

A proposta foi criar fatores relacionados aos custos comparados com a UDA e se calcular a capacidade equivalente de destilação, permitindo-se, desta forma, a comparação.

O cálculo é feito em duas etapas. Primeiramente se faz a multiplicação da capacidade das Unidades que compõem determinado Parque de Refino pelos fatores específicos, e, então, se somam as parcelas, obtendo-se a Capacidade Equivalente de Destilação (CED). A divisão da CED pela capacidade da UDA gera o índice de complexidade de Nelson, permitindo-se inferir o grau de complexidade de uma refinaria. Quanto maior este número, maior o potencial de agregar valor ao petróleo processado. Os fatores apresentados por Nelson nos artigos já citados sofreram várias alterações ao longo do tempo, sendo que os expressos na Tabela 1 serão os utilizados nas estimativas deste trabalho.

Tabela 1 – Fatores de Complexidade (NELSON, 1976)

Unidade	Fator
Destilação Atmosférica	1,0
Destilação a Vácuo	2,0
Processos Térmicos	2,8
Coqueamento Retardado	6,0
Craqueamento Catalítico	6,0
Reforma Catalítica	5,0
Hidrocraqueamento Catalítico	8,0
Alquilação	10,0
Lubrificantes	60,0
Asfalto	1,5
Geração de Hidrogênio (Mcf/d)	1,0
Hidrotratamento	3,0
Isomerização	15,0

Obs: No que tange às Unidades de Hidrotratamento, estudos mais atualizados apontam para fatores superiores a 3 de acordo com a severidade da unidade. Neste estudo, por conta da simplificação, adotaremos o valor expresso na tabela.

2 – Exemplo do Cálculo da Complexidade

A partir dos fatores de complexidade e da capacidade das Unidades de Processamento de uma dada refinaria poder-se-á calcular seu índice de complexidade. Adotando como exemplo uma refinaria com a configuração a seguir, tem-se o cálculo apresentado na Tabela 2:

- Unidade de Destilação Atmosférica com 100 mil bpd;
- Unidade de Destilação a Vácuo de 50 mil bpd;
- Unidade de Craqueamento Catalítico de 25 mil bpd.

Tabela 2 – Cálculo do Índice de Complexidade

Unidade	Capacidade (mil bpd)	Fator	Produto (Capacidade x Fator)
Destilação Atmosférica	100	1	100
Destilação a Vácuo	50	2	100
Craqueamento Catalítico	25	6	150
CED			350

Neste caso, o índice de Complexidade, calculado como a relação entre o CED e a capacidade da Unidade de Destilação Atmosférica seria de 3.5.

Um elevado índice de complexidade indica as seguintes características para uma refinaria:

- capacidade de produzir derivados com qualidade superior, atendendo a mercados mais exigentes;
- possibilidade de processamento de petróleos mais pesados tendo em vista sua capacidade de conversão das frações pesadas em frações leves de maior valor agregado.

Uma refinaria *Topping* apresenta índice de complexidade Nelson próximo a 1. Já um esquema *Hydroskimming* pode alcançar quase 4. Com a instalação de unidades de conversão, este índice costuma superar o patamar de 4.

Para efeito de comparação, pode-se considerar que uma refinaria pouco complexa terá um índice inferior a 4, considerando-se apenas as unidades principais. Refinarias com complexidade intermediária atingem valores na faixa de 4 a 8, e valores superiores a 8 indicam uma refinaria de elevada complexidade com capacidade de processar petróleos pesados, ácidos, com alto teor de enxofre, produzindo derivados com elevado padrão de qualidade.

3 – Proposição de Cálculo Simplificado para a Complexidade das Refinarias Brasileiras

As refinarias brasileiras passaram por um processo de modernização de suas configurações de refino, adequando-se para o processamento de petróleos pesados com a entrada em operação de unidades de conversão, como Unidades de Coqueamento Retardado e Unidades de Craqueamento Catalítico de Resíduo, além de diversas Unidades de Hidrotratamento com o objetivo de se adequar às novas especificações de gasolina e óleo diesel. Por conta disso, houve um expressivo aumento da complexidade das refinarias brasileiras.

O cálculo da complexidade, conforme proposto por Nelson, leva em conta uma série de aspectos, como produção de asfalto, lubrificantes, capacidade das Unidades de Recuperação de Enxofre, sistemas de fracionamento etc. Porém, para uma refinaria tradicional, sem significativa capacidade de processamento de gás natural, ou unidades relacionadas à produção de insumos petroquímicos, podemos adotar uma estimativa centrada nas principais unidades, com um erro para menos inferior a 8%.

Tomando-se como exemplo a REFAP, temos as capacidades expressas na tabela 3:

Tabela 3 – Capacidade das Unidades da REFAP (mil bpd)

Unidade	Capacidade
Destilação Atmosférica	201
Destilação a Vácuo	38
Coqueamento Retardado	14
Craqueamento Catalítico	64
Geração de Hidrogênio (Mcf/d)	62
Hidrotratamento	99

Utilizando-se estas capacidades e os fatores Nelson apresentados no item anterior, pode-se montar a tabela 4, com o cálculo da complexidade da REFAP.

Tabela 4 – Cálculo do Índice de Complexidade REFAP

Unidade	Capacidade (mil bpd)	Fator	Produto (Capacidade x Fator)
Destilação Atmosférica	201	1	201
Destilação a Vácuo	38	2	76
Coqueamento retardado	14	6	84
Craqueamento catalítico	64	6	384
Geração de Hidrogênio (Mcf/d)	62	1	62
Hidrotratamento	99	3	297
CED			1104

Neste caso, o índice de Complexidade, calculado como a relação entre o CED e a capacidade da Unidade de Destilação Atmosférica seria de 5.5.

4 – Complexidade das Refinarias Brasileiras em Processo de Venda

Utilizando-se a metodologia apresentada acima pode-se preparar a tabela 5, comparando-se os resultados obtidos desta forma e aqueles obtidos por um cálculo mais detalhado, e recentemente disponibilizados pela Petrobras no documento de venda das refinarias (Teaser) e apresentados na Figura 1.

Tabela 5 – Comparação dos resultados

Refinaria	Método	NCI
	simplificado	Petrobras
REFAP	5,5	5,5
REPAR	7,1	7,7
RLAM	6,9	7,0
RNEST	8,5	8,5

Como se observa na tabela acima a maior diferença observada foi de 7,8% na REPAR, enquanto os demais podem ser considerados iguais.

Figura 1 – Complexidade Nelson (Petrobras)

Métricas Operacionais 2018

Dados	REFAP
Localização	Canoas (RS)
Início das Operações	1968
Capacidade de Refino ('000 barris/dia)	208
Volume de Petróleo Processado ('000 barris/dia)	135
Capacidade de Armazenamento ('000 bbl)	8.995
- petróleo	3.175
- derivados de petróleo	5.820
NCI	5,5

Métricas Operacionais 2018

Dados	REPAR
Localização	Araucária (PR)
Início das Operações	1977
Capacidade de Refino ('000 barris/dia)	208
Volume de Petróleo Processado ('000 barris/dia)	173
Capacidade de Armazenamento ('000 bbl)	9.344
- petróleo	3.008
- derivados de petróleo	6.337
NCI	7,7

Métricas Operacionais 2018

Dados	RLAM
Localização	S. Fran. do Conde (BA)
Início das Operações	1950
Capacidade de Refino ('000 barris/dia)	333
Volume de Petróleo Processado ('000 barris/dia)	203
Capacidade de Armazenamento ('000 bbl)	9.807
- petróleo	4.112
- derivados de petróleo	5.694
NCI	7,0

Métricas Operacionais 2018

Dados	RNEST 1 ^o Trem
Localização	Ipojuca (PE)
Início das Operações	2014
Capacidade de Refino ('000 barris/dia)	130
Volume de Petróleo Processado ('000 barris/dia)	67
Capacidade de Armazenamento ⁽¹⁾ ('000 bbl)	10.609
- petróleo	5.089
- derivados de petróleo	5.520
NCI	8,5

5 – Conclusão

Utilizando-se esta abordagem simplificada fica prático comparar-se diferentes parques de refino, mesmo em diversos países, com facilidade de obtenção das informações necessárias para os cálculos.

Informações muito detalhadas costumam ser de difícil acesso e, muitas vezes, pouco confiáveis.