

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

## PLANO DAS MINI USINAS DE ÁLCOOL HIDRATADO

Parte 5 - Atualização Tecnológica e Economia

Prof. Romeu Corsini  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



SÃO CARLOS — 1981

## INTRODUÇÃO

*No início de 1973, propuzemos um plano de pesquisa que deveria resultar no projeto de Mini-Usinas de Álcool Hidratado. Desde então estamos pesquisando com uma equipe de especialistas da USP, novas técnicas, aprimorando-as, e, obtendo resultados relativamente satisfatórios.*

*Em outubro de 1980, recebemos carta do Prof. José Roberto Moreira, grande especialista em energia, solicitando-nos esclarecimentos sobre o referido assunto. Surgiu-nos então, a oportunidade para a publicação do 5o. fascículo do Plano das Mini-Usinas de Álcool Hidratado, atualizando desta maneira alguns dados técnicos e esclarecendo dúvidas, principalmente quanto a rentabilidade da Mini-Usina comparada com as Macro-Usinas.*

*Este 5o. fascículo foi elaborado portanto, como resposta a carta a seguir:*

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE FÍSICA

LAL/381/80

CIDADE UNIVERSITÁRIA – CAIXA POSTAL 20516  
END. TELEG. "FISUSPE" – SÃO PAULO – BRASIL

São Paulo, 07 de Outubro de 1980

Ilmo. Sr.  
Dr. Romeu Corsini  
Universidade de São Paulo  
Faculdade de Engenharia de São Carlos  
13.560 – SÃO CARLOS – SP.

Prezado Dr. Corsini

1. Soube de sua participação na Reunião de IICA, que teve lugar em Assunção, Paraguai em outubro de 1980.

2. Alguns dos pontos apresentados pelo senhor são novidades para mim e gostaria de completar meu entendimento através da literatura existente.

3. Assim é, que uma de suas afirmações diz respeito a eficiência das destilarias de álcool em função do tamanho. Entendi que um estudo feito pela Universidade de São Paulo conclui que as destilarias de 20.000 ℓ/dia são as mais eficientes. Por gentileza, gostaria de receber uma cópia ou referência deste trabalho.

4. Outro ponto importante é sua afirmação de que uma unidade de 120.000 ℓ/dia custaria 760 milhões, contra 50 milhões para a de 20.000 ℓ/dia, já que neste caso não é preciso considerar os custos de geração de energia elétrica. Realmente não entendo como se pode desprezar tais custos, pois aparentemente se está fazendo uma análise real de preços, desprezando subsídios de qualquer espécie: apreciaria comentário seu sobre o tema.

5. Ainda com respeito ao custo das mini-usinas, acredito que as unidades de 120.000 ℓ/dia já estão sendo construídas em módulos de 60.000 ℓ/dia, o que significa do ponto de vista prático uma produção em série.

6. Com respeito à vinhaça, gostaria de obter informações mais detalhadas sobre as razões apontadas em sua exposição, em particular a necessidade de retornar vinhaça de cana para a irrigação de sorgo.

7. Quando afirma que a Mini-Usina poderá fornecer luz para uma cidade de 40.000 habitantes, gostaria de saber como obteve este número. Entendo que 20.000 litros/dia requerem 120.000 kg de vapor (20.000 x 6) para o processamento industrial e que o poder calorífico do vapor é de 800 Kcal/kg e a eficiência de pequenos geradores à vapor é 20%, chegaremos a 160 Kcal elétricos/kg de vapor (800 x 20), ou

seja,  $19,2 \times 10^6$  Kcal/dia. Isto significa 22.330 KWh. Dependendo do consumo "per capita" a ser adotado nesse caso, poderemos ter conclusões bem diversas.

8. No que diz respeito ao custo real do álcool produzido pelas grandes destilarias, financiadas agora, perto de Cr\$ 38,00/l contra cerca de Cr\$10,00 para o álcool de Mini destilarias, eu discordo. Em anexo lhe envio uma das minhas últimas publicações, onde mostro que livre de qualquer tipo de subsídio, álcool no Brasil tem um custo igual ou menor que a gasolina, quando consideramos ambos como combustíveis para automóveis.

Esperando suas respostas e, se necessário, mais esclarecimento das minhas dúvidas, despeço-me,

Atenciosamente

Dr. José Roberto Moreira

## RESPOSTA AO PROF. MOREIRA – IFUSP

### Item 3:

*Todo o esforço desenvolvido pelo nosso grupo concentrou-se na racionalização (agrícola, industrial e comercial) da produção do álcool hidratado para uso como combustível. Nesse estudo o módulo que revelou-se o mais econômico, foi o de 20.000 litros/dia considerando:*

- Possibilidade de trabalho até 350 dias/ano*
- Ser implantada em uma fazenda média (ou conjunto de pequenas fazendas ou sítios em cooperativa local), já existente ou com infraestrutura geral já existente. – Economia de oportunidade. (Veja o Plano das Mini-Usinas, anexo.)*
- Constituir-se essa Mini-Usina em uma unidade integrada agro-pecuária-industrial onde, além do álcool, se produz:*

- a) a maior parte do fertilizante necessário para a área agrícola na forma de vinhaça bombeada de volta para a lavoura;*
  - b) grande quantidade de metano (quando filtrado) ou de biogás, produzido a partir da vinhaça submetida à fermentação anaeróbica, e capaz de suprir 25 milhões de Kcal/dia à demanda técnica de processo na usina;*
  - c) energia elétrica a partir da queima, em leito fluidizado, do bagaço (diferente do comum), que fornecerá energia elétrica, para o suprimento da própria usina, além de permitir a venda em quantidade apreciável, para injeção na rede geral, em horas de pico de consumo ou para abastecer pequena rede local;*
  - d) alimento para o gado confinado, na forma de ensilagem e grão de sorgo esmagado, podendo constituir-se no volumoso e parte da ração para um número de vacas leiteiras, ou de bezerras, que pode chegar a 2.000 no limite admissível de 35 kg de ensilagem e 3 a 4 de grão por dia por cabeça.*
- Utilizar a Mini-Usina uma tecnologia mais avançada (sobretudo mais racional) do que as usinas convencionais, existentes no Brasil; baseia-se na preparação da matéria prima por alta cominuição a qual permite:*
- a) processar tanto a cana de açúcar quanto a cana de sôrgo do mesmo modo e pelo mesmo equipamento;*

b) utilizar, indiferentemente, extração de caldo, por expressão ou por difusão, facilitada, nos dois casos; no primeiro, pode-se usar apenas 4 rolos, em duas moendas de baixa pressão (de par) acionados por motor hidráulico, e, no segundo, a difusão feita rapidamente, na própria dorna onde vai haver a fermentação (antes ou depois da separação do bagaço)<sup>1</sup>.

c) obter-se, afinal, um bagaço que depois de seco, tem a forma de serragem fina, capaz de ser queimada em leito fluidizado, com alto rendimento, ou, ter outros empregos, interessantes, que estão sendo estudados;

— Utilizar tecnologia agrícola baseada, principalmente, nos estudos feitos na USP (Piracicaba, ESALO) e em órgãos federais e estaduais de pesquisa que mostram a possibilidade de:

a) utilizar a cana de açúcar, como matéria-prima, nos sete meses em que isso é possível, e sorgo sacarino, na entressafra da cana;

b) conseguir alta produtividade, tanto da cana de açúcar como de sorgo sacarino, pelo uso das melhores variedades, e, pela adubação pela vinhaça, que se revelou a mais eficiente;

c) pela colheita da cana e do sorgo por máquina, sem queima no campo, que resulta em economia substancial de mão-de-obra, aproveitamento da sobra de matéria verde (folhas e ponteiros) para ensilagem, e ainda, na dispensa de lavagem, o que, como se sabe, exige grande quantidade de água, além de provocar perdas de açúcar, como consequência.

#### ÍTEM 4:

Neste ítem vamos responder em primeiro lugar a questão dos custos de geração de energia elétrica, pois, neste ponto, sua interpretação foi incorreta. Nós estamos propondo à CESP e Eletrobrás sua participação no Plano das Mini-Usinas. Elas podem fornecer o equipamento gerador de energia elétrica, a cada Mini-Usina que estiver disposta a vender-lhes a energia produzida, e não utilizada na própria usina. A nosso ver, esse poderá ser o caso da grande maioria, porque caracteriza uma fonte paralela de receita para o usineiro. Quanto às distribuidoras, CESP e Eletrobrás, o interesse é grande porque:

a) representa possibilidade de aumento da capacidade, em geral, e, principalmente, nas horas de pico de demanda;

- b) *permite o estabelecimento de pequenas redes, locais ou regionais (acoplando usinas próximas), em áreas afastadas, onde o custo de longas linhas de transmissão seja penalizante;*
- c) *apresenta a possibilidade de dispor de até 2.000 KVA por Mini-Usina;*
- d) *torna possível o baixo custo para esse equipamento turbo gerador (turbina a gás + alternador) produzidos em série, conforme projeto padrão;*
- e) *em contrato, entre as Empresas Elétricas e as Mini-Usinas, as primeiras, forneceriam o equipamento turbo gerador e, as segundas, venderiam toda energia elétrica disponível a preço ajustado;*
- f) *a possibilidade de o turbo-gerador funcionar durante o ano todo, porque o bagaço pode ser armazenado, e, o gerador funcionar mesmo quando a usina estiver parada (férias, consertos, etc.)*
- g) *não se pode subestimar a possibilidade de, montado o plano, isto é, em havendo no Brasil, alguns milhares de Mini-Usinas, poder se dispor de alguns milhões de quilovates sem custos, e as perdas, das linhas de transmissão.*

*Aí está a razão de não termos apropriado os custos do turbo gerador; ele será fornecido pelas (e será propriedade das) Empresas Elétricas. Mas a venda da energia elétrica trará receita adicional à Mini-Usina.*

*Quanto à primeira parte do item 4 as informações serão dadas na resposta ao item 8.*

#### **ÍTEM 5:**

*Sua informação sobre os módulos de 60.000 litros/dia é interessante e mostra uma evolução no sentido que temos anunciado. A esse respeito é conveniente esclarecermos, mais uma vez, que, quando condenamos a usina de 120.000 litros/dia, até agora financiadas pelo Pró-Álcool em grande número, estamos nos referindo ao módulo e nunca aos fabricantes; consideramos que existem no Brasil, os melhores e maiores produtores de usinas de açúcar e álcool. Para nós, o erro tem sido do Governo Federal que, até agora, insistiu em afirmar, sem demonstrar, que as grandes usinas (alcooleiras) eram mais rentáveis que as pequenas e por isso não dava prioridade às Mini e Micro-Usinas. Nós temos demonstrado que a realidade é bem outra, com base nas razões expostas no fascículo I do Plano das Mini-Usinas de Álcool Hidratado, e, também com o exemplo que daremos na resposta ao item 8.*

**ÍTEM 6:**

*Com base nos estudos e ensaios que vem sendo desenvolvidos, desde 1965, pelos nossos colegas da ESALQ, em Piracicaba, e em outros locais, ficou demonstrado que os macro e micro nutrientes que a planta retira do solo estão na vinhaça (a menos das perdas). Isto porque, tudo o que se subtraiu da matéria-prima, no processo industrial (bagaço + álcool, que por sua vez veio do açúcar) proveio da fotossíntese (água + CO<sub>2</sub> da atmosfera + energia radiante do sol). Devolvendo-se à terra, aquilo que a planta dela retirou, estamos recompondo o solo de maneira correta e fechando o ciclo biológico (a menos das perdas novamente). Mas a demanda nutricional da cana de açúcar é diferente daquela do sorgo; também a demanda de uma variedade de sorgo, ou cana, difere da de outra variedade. Ainda mais, cada talhão tem um solo com características pedológicas próprias. Daí termos dito que a tecnologia, mais avançada, nos aconselha a devolver ao solo do talhão X a vinhaça que proveio do processamento da cana ou sorgo nele plantado.*

**ÍTEM 7:**

*Sua avaliação da energia disponível, em forma elétrica, utiliza índices de correlação com a produção de álcool. Nós fizemos o cálculo de outro modo, diretamente a partir do bagaço, por considerarmos este método mais racional. Partimos do processamento de 300 t de cana de açúcar ou de sorgo por dia, disso resultando 37.500 kg de bagaço a 0% de umidade ou, na prática, 46.895 kg a 20% de umidade relativa. Como nosso processo de preparação da matéria-prima é de alta cominuição, admitimos que somente vamos utilizar na combustão em leito fluidizado 37,5 t de bagaço a 20% de umidade relativa, considerando que as 9,395 t restantes ficam à conta das perdas, e, do elevado teor de finos e ultrafinos. Esses resultam do processo de cominuição, e, ficam incorporados ao caldo, permitindo, no final, (fermentação metanogênica da vinhaça) alta produção de metano.*

*Para o bagaço com 20% UR, a entalpia de combustão é de 2.340 Kcal/kg. Temos então  $37.500 \times 2.340 = 87.750.000$  Kcal que correspondem à energia disponível, no bagaço, em um dia de operação.*

*Adotando-se os rendimentos práticos a seguir indicados:*

$\eta_c = 0,75$  (combustão em leito fluidizado sob pressão)

$\eta_t = 0,75$  (turbina a gás. Os gases, sob pressão e temperatura de escape geram vapor numa caldeira auxiliar de baixa pressão)

$\eta_g = 0,90$  (gerador elétrico)



Resulta num rendimento final de:

$$\eta_f = 0,50625$$

que, aplicado à entalpia de combustão, dá, como resultado, a energia elétrica disponível em Kcal equivalentes:

$$87.750.000 \times 0,50625 = 44.401.500 \text{ Kcal/dia}$$

aplicando-se os fatores de conversão:

$$1 \text{ Kcal} = 427 \text{ Kgm} = 4,1868 \text{ KJ} = 1,163 \times 10^{-3} \text{ Kwh}$$

$$1 \text{ CV} = 0,7355 \text{ KW}$$

$$1 \text{ KWh} = 3,6 \times 10^{-3} \text{ KW}$$

podemos escrever que:

$$44.401.500 \text{ Kcal/dia} = 18.959.440.000 \text{ Kgm/dia}$$

e também:

$$\frac{18.959.440.000}{75 \times 24 \times 3.600} = 2.925 \text{ CV} = 2.152 \text{ KW}$$

Podemos checar os dois resultados:

$$2.152 \text{ KW} \times 24 \text{ h} = 51.646 \text{ KWh/dia}$$

$$44.401.500 \text{ Kcal/dia} \times 1,163 \times 10^{-3} = 51.646 \text{ KWh/dia}$$

o que comprova a exatidão dos cálculos.

Passemos agora a avaliação do número de pessoas que podem ser servidos pelos 51.646 KWh/dia. Achamos que, hoje, cada pessoa consome mais energia que os 0,3 KWh/dia geralmente admitidos; com base nas observações no interior de São Paulo, um consumo específico de 1,0 KWh/dia do que resultaria poder aquela quantidade, servir a 51.625 pessoas. Mas, como temos que considerar as perdas operacionais e de distribuição, falamos em cerca de 40.000 pessoas.

*A respeito da produção de energia, referimo-nos ao trabalho do Prof. Geraldo Lombardi, membro da nossa equipe, encarregado do projeto do Leito Fluidizado. Praticamente todos os ensaios de desenvolvimento foram feitos e o trabalho está, agora, na fase de estudo do modelo industrial que deverá ser proposto no decorrer de 1981. O protótipo da Mini-Usina, que estamos montando, não terá, no início, o equipamento de Leito Fluidizado. Foi adotada, no protótipo, uma caldeira da Conservit para 100 t de vapor por dia, queimado o bagaço em sistema de maçarico, e, acionando um turbo gerador de 300 CV.*

#### ÍTEM 8:

*A alegação da disparidade de preço de custo do litro de álcool, produzido por uma usina de 120.000 litros/dia e pela Mini-Usina de 20.000 litros/dia baseia-se nas seguintes premissas:*

*1) A usina grande produz álcool na base admitida de 18 milhões/litros/ano. Estatisticamente, menos da metade dessas usinas aproveitam parcialmente a vinhaça. e. poucas a aproveitam totalmente. Por isso consideramos que sua receita restringe-se à venda do álcool, na quantidade acima.*

*Por outro lado, a Mini-Usina pode produzir álcool, fertilizante, metano, energia elétrica, ensilagem e grão de sorgo, promovendo a integração agro-pecuária-industrial.*

*2) A usina grande tem um período de operação anual médio, no Brasil, de 167 dias, o que corresponderia a uma produção de 20 milhões de litros/ano.*

*A produção média entretanto é de 18 milhões, sendo a diferença levada à conta de problemas técnicos.*

*A Mini-Usina pode operar até 350 dias/ano dependendo de sua organização técnico-administrativa. Neste caso sua produção será de 7 milhões de litros/ano que representariam cerca de 40% da produção da usina grande, com um investimento, proporcionalmente menor.*

*3) O investimento necessário de uma usina de 120.000 litros/dia é muito alto para o sistema de operação em voga no Brasil. Esse custo de implantação é da ordem de 15 vezes superior ao da Mini-Usina, dando como resultado uma economicidade (do sistema) medíocre. No caso da Mini-Usina o custo de implantação é relativamente baixo porque conta com a economia de oportunidade ao implantá-la em uma fazenda, já existente, ou em um conjunto de propriedades menores associadas cooperativamente; em qualquer dos casos a infra estrutura já existe, pelo menos em grande parte; isto é também um requisito do Plano (ver fascículo 3 — Implementação).*

*O estudo econômico feito pelo Dr. José Carlos Teixeira da Silva e Dr.*

Sérgio Vivaqua Medeiros, da Secretaria de Tecnologia Industrial, do Ministério da Indústria e Comércio (fascículo 2 do Plano) considerava um periódico de operação de 300 dias, com uma produção anual de 6 milhões de litros sem qualquer outra receita além da do álcool. Mesmo assim, conclui com os coeficientes de avaliação seguintes:

Ponto de nivelamento = 20,2%  
Taxa de retorno = 40,5% ao ano  
Tempo de retorno = 2,5 anos

que pintam um desempenho excepcional. Outro estudo da economia da Mini-Usina foi feito, agora, pelo Dr. Alexandre Serpa Albuquerque, da Setepla, conhecido especialista em economia energética. Nesse estudo são consideradas algumas receitas adicionais, provenientes de co-produtos, e os custos de implantação são os atuais, tanto para a usina de 120.000 litros/dia como para a Mini-Usina. Estamos juntando cópia desse trabalho altamente esclarecedor.

O modo racional que encontramos para calcular o preço de custo do litro de álcool foi usar o método da equivalência: estima-se o valor dos co-produtos e calcula-se sua receita; essa receita é transformada em litros equivalentes de álcool (ao preço oficial pago ao usineiro); a despesa total é dividida pelo número total de litros de álcool (produzidos – equivalentes).

EXEMPLO: Mini-Usina de 20.000 litros/dia trabalhando 350 dias/ano:

PRODUÇÃO ANUAL:	Valor
1 - álcool (1a. - 2a.) 7.350.000 litros/ano. ....	Cr\$153.174.000,00
2 - fertilizante (vinhaça tratada) 105.000 m <sup>3</sup> .....	Cr\$ 19.000.000,00
3 - metano (5.000 m <sup>3</sup> /dia) (Cr\$9,60/kg) .....	Cr\$ 12.000.000,00
4 - eletricidade (2.000 KVA) (Cr\$1,00/KWh) .....	Cr\$ 17.520.000,00
5 - ensilagem (80 t/dia) (Cr\$500/ton).....	Cr\$ 14.600.000,00
6 - grão sôrgo (2500 t) (Cr\$8,00/kg).....	Cr\$ 20.000.000,00
Soma dos valores de produção .....	Cr\$236.294.000,00

que correspondem a:

$$\frac{236.294.000,00}{20,84} = 11.338.483 \text{ litros equivalentes de álcool}$$

<i>DESPESA TOTAL DA MINI-USINA</i>	<i>Valor</i>
<i>Matéria prima (cana + sôrgo) — 105.000 t</i>	
<i>Metade comprada de terceiros pelo preço oficial</i>	
<i>52.500 t x 850Cr\$/t.....</i>	<i>Cr\$44.625.000,00</i>
<i>Metade produzida na propriedade</i>	
<i>52.500 t x 600Cr\$/t.....</i>	<i>Cr\$31.500.000,00</i>
<i>Mão-de-obra agrícola (12 x 200.000) .....</i>	<i>Cr\$ 2.400.000,00</i>
<i>Mão-de-obra industrial (22 x 200.000) .....</i>	<i>Cr\$ 4.400.000,00</i>
<i>Direção e administração .....</i>	<i>Cr\$ 2.080.000,00</i>
<i>Encargos sociais (56% s/ mão-de-obra) .....</i>	<i>Cr\$ 5.000.000,00</i>
<i>Desp. sistema de fertilização e irrigação.....</i>	<i>Cr\$ 10.000.000,00</i>
<i>Desp. de manutenção sistema elétrico e de metano.....</i>	<i>Cr\$ 5.000.000,00</i>
<i>Seguro + manutenção industrial e geral.....</i>	<i>Cr\$ 6.000.000,00</i>
<i>Despesas Gerais.....</i>	<i>Cr\$10.000.000,00</i>
<i>Teremos então <math>\frac{121.005.000}{11.338.483} = 10,627</math></i>	

*Custo do litro de álcool equivalente = Cr\$10,627*

#### *USINAS DE 120.000 LITROS/DIA*

*Neste caso, em vista das considerações anteriormente feitas quanto à receita, poderemos avaliá-la com base unicamente na produção de álcool.*

*Assim: RECEITA — 20,84 Cr\$/litro x 18.000.000 litros/ano = Cr\$375.120.000,00*

*Por outro lado podemos calcular as despesas levando em conta os encargos financeiros do empréstimo, a matéria-prima, a mão-de-obra + seguro + manutenção e as despesas gerais.*

*Usando os valores de instalações existentes no Estado de São Paulo, em outubro de 1980, para usinas financiadas em implantação, o quadro pode ser o seguinte:*

*Despesas:*

*Encargos financeiros no 1o. ano tipo (4o. ano)*

*Capital financiado.....Cr\$1.080.000.000,00*

*Juros 24%.....Cr\$ 259.200.000,00*

*amortização.....Cr\$ 120.000.000,00*

*Total encargos financeiros.....Cr\$379.200.000,00*

*Matéria-Prima:*

*Cana própria 130 t x 660.....Cr\$ 85.800.000,00*

*Cana comprada 130 t x 880.....Cr\$ 104.400.000,00*

*Total cana.....Cr\$190.200.000,00*

*Mão-de-obra + seguro + manutenção.....Cr\$ 25.000.000,00*

*Despesas gerais.....Cr\$ 15.000.000,00*

*Despesa total no 4o. ano .....Cr\$609.200.000,00*

*Custo do litro de álcool no 4o. ano  $\frac{609.200.000}{18.000.000} = \text{Cr}\$33,80$*

*Note-se que este valor é algo menor do que o referido (38) porque o cálculo acima não considera despesas importantes como:*

*os juros, refinanciados em 80%, do 1o. , 2o. e 3o. anos:*

*depreciação:*

*juros agrícolas, maiores que os industriais*

*É claro que o cálculo acima refere-se ao ano crítico e que a tendência é ir melhorando daí para a frente. Mas o estudo feito pelo Dr. Alexandre Albuquerque, mostra que até o 12o. ano a usina de 120.000 litros/dia dá prejuízo econômico. Aliás, nesse mesmo estudo há um índice muito significativo, que é o custo de implantação do litro de álcool produzido (em outubro de 1980).*

*Mini-Usina.....Cr\$10,00*

*Usina 120.000 litros/dia .....Cr\$40,18*

## SUGESTÕES:

*Nesse estudo comparativo, apontamos as causas do fraco desempenho econômico das grandes unidades (usinas de 120.000 litros/dia e maiores) em comparação com as pequenas unidades. Embora as razões político-sociais favoráveis às pequenas usinas, que foram apontadas no fascículo 1 não possam ser preenchidas pelas grandes usinas, os fatores econômicos podem em boa parte ser melhorados conseguindo-se um desempenho mais favorável.*

*Vejamos as várias possibilidades:*

*a) Aumento do período industrial. No fascículo 2 abordamos a possibilidade da extensão do período industrial, complementando a safra da cana com a safra do sôrgo sacarino. Uma extensão de 3 a 4 meses no período industrial aumentaria em 50% a produção e, conseqüentemente, a receita. Como já dissemos, o mesmo equipamento pode operar, indiferentemente, a cana e o sôrgo; esse equipamento é praticamente o mesmo, já instalado nas grandes usinas, aumentado de um desintegrador, que é uma máquina relativamente barata.*

*Além do aumento do período industrial, também é certo que se consegue com a desintegração, maior rendimento no processo de extração do caldo, e, isso aumenta a vantagem econômica.*

*b) Colheita mecanizada da cana crúa;*

*É injustificável a colheita manual, como se pratica hoje na maior parte de nossas grandes usinas, pelas razões apontadas:*

- 1) Perda pequena de açúcar na queima;*
- 2) Perda pequena de açúcar na água de lavagem;*
- 3) Grande quantidade de água necessária para a lavagem;*
- 4) Prejuízo para o sistema bio-orgânico do solo, causado pela morte de muitos microorganismos de camada mais superficial;*
- 5) Perda total do volumoso verde (folhas mais ponteiros) que produzem ótima ensilagem. No caso de uma usina de 120.000 litros/dia a ensilagem resultante poderia representar o alimento básico, durante o ano todo, para mais de 4.000 vacas leiteiras;*
- 6) Grande necessidade de mão-de-obra, cada vez mais escassa e cara o que se comprova pelo fenômeno "boia fria".*

*Em contrapartida a colheita mecanizada corta todos esses inconvenientes, sobretudo economizando a mão-de-obra, o que permite o emprego do recurso humano em funções mais exigentes. Veja-se que uma colhedeira grande, usando dois operadores, faz o serviço de uma centena de cortadores de cana. E, pode trabalhar com motor a álcool, deixando de consumir óleo Diesel. As pequenas colhedeiças vão exigir mais operadores que a grande, porém mesmo assim, cerca de 20 vezes menos que na colheita manual.*

c) Com o uso do sôrgo no período complementar, tem-se outra vantagem: o grão de sôrgo, produzido na base de 3.000 kg/ha. Esse grão representa grande parte da ração a ser fornecida ao gado, no cocho.

d) Na vinhaça, entretanto, está a possibilidade mais interessante de economia. Na Mini-Usina, a vinhaça depois de tratada, é bombeada para a lavoura como fertilizante. Nas grandes usinas isso não é viável, por causa das grandes distâncias entre as usinas e as lavouras, que fornecem a matéria-prima. Por isso a vinhaça passou a representar um problema para o usineiro. É da solução desse problema que pode resultar uma grande economia.

Uma empresa brasileira, a NITRUM, desenvolveu um projeto, muito engenhoso, para a desidratação da vinhaça produzindo: os sais minerais (macro e micro nutrientes, existentes na vinhaça) que assim, em pequeno volume, podem ser levados de volta, ao solo de origem, mesmo a distâncias grandes; glicerol, na proporção de 13% da vinhaça a 40<sup>o</sup> Brix, e, açúcares redutores, cerca de 8%, da vinhaça na referida concentração.

O valor desses dois últimos produtos, na base do mercado internacional, permite dobrar a receita, isto é, valem tanto quanto o álcool que está sendo produzido. O custo de implantação desse equipamento deve ficar entre 20 e 25% do valor da usina.

#### CONCLUSÃO:

Nessa descrição rápida das possibilidades de melhoria do rendimento econômico das grandes usinas, constata-se que é possível aumentar sua receita para cerca de 250% da atual, desde que sejam feitas as alterações e instalações referidas, todas elas financiáveis pelo Pró-Álcool. Compreende-se, que com uma receita assim aumentada, o valor econômico vai pender para o positivo.

## DESEMPENHO ECONÔMICO-FINANCEIRO DA MINI-USINA DO IPAI (USP)

Alexandre Serpa Albuquerque  
Setepla Engenharia de Projeto Ltda.

A Mini-Usina pode vir a suscitar dúvidas quanto à sua rentabilidade, justamente por ser pequena. Como é sabido, o ritmo de diminuição do custo, quando uma instalação industrial é reduzida em tamanho, é menor que o ritmo de diminuição de sua capacidade de produção. É de 120.000 litros por dia a capacidade de produção das usinas de álcool mais comuns; com apenas um sexto de capacidade, é natural que a Mini-Usina levante dúvidas. Contudo, como se tratam de usinas de tecnologias diferentes, convém fazer uma análise mais detalhada de seus desempenhos econômico-financeiros.

Tomando para a Mini-Usina os dados publicados pelo IPAI da Escola de Engenharia de São Carlos, da USP, foi tentada análise comparativa com a usina de 120.000 litros/dia, seguindo em ambos os casos a mesma sistemática de cálculo. A comparação cobre apenas os desempenhos das unidades industriais, considerando o mesmo preço da matéria-prima posta na usina para ambos os casos e considerando o álcool como único produto.

Este enfoque é desvantajoso para a Mini-Usina, já que ela foi concebida para permitir melhor uso do setor agrícola, assim como para poder utilizar os subprodutos com maior rendimento do que o que se pode conseguir nas usinas tradicionais. Usufruir as vantagens no setor agrícola e consumir os subprodutos, pode variar em grau de uma instalação para outra. Assim, a metodologia adotada na análise despreza essas vantagens e considera nos dois casos:

— preço da matéria prima posta na esteira da usina: Cr\$813,66 por tonelada;

— preço de venda do álcool, posto na usina: Cr\$20,84 por litro.

As vantagens que a tecnologia da Mini-Usina permitiriam obter são:

1a. — menor custo da matéria-prima como consequência do maior rendimento da terra;

2a. — crédito de vendas de sub-produtos (metano, bagaço, eletricidade, grãos de sôrgo).



## METODOLOGIA EMPREGADA

### *Investimentos:*

*O preço da usina tradicional de 120.000 litros/dia, em ordem de funcionamento, fornecido por um fabricante em maio de 1980, era de Cr\$506 milhões. Esta importância foi atualizada para outubro corrente pelo índice no. 33 -- indústria mecânica -- da revista "Conjuntura Econômica". Valor atualizado obtido: Cr\$608 milhões.*

*O preço da Mini-Usina, orçado pelo IPAI em dezembro de 1978 em Cr\$25 milhões, atualizado pelo mesmo processo, torna-se Cr\$67 milhões.*

*A esta importância foram acrescentados mais Cr\$13 milhões para cobrir eventualidades e o custo das instalações de captação de metano (fermentado do vinho-to), resultando por fim o valor adotado de Cr\$80 milhões.*

### *Financiamento:*

*Ambas as usinas foram consideradas financiadas pelo Proálcool às taxas anuais, lá definidas, de 20% para a Mini-Usina e de 24% para a tradicional. Condições: 3 anos de carência e 9 anos de amortização, sendo financiados apenas 80% do valor da usina; os restantes 20% devendo provir de recursos próprios.*

### *Depreciação:*

*Prazo de 20 anos.*

### *Entrada em funcionamento:*

*24 meses para montagem e ajuste da usina tradicional e produção de apenas 50% de sua capacidade nominal durante o 2o. ano. Doze meses para montagem e ajuste da Mini-Usina, com 50% de produção no 1o. ano.*

### *Produção:*

*Mini-Usina: 6 milhões de litros por ano, o que corresponde a 117 milhões de litros no período de 20 anos.*

*Usina tradicional: 20 milhões e 370 milhões respectivamente.*

### *Mão-de-Obra:*

*Conforme o IPAI, a Mini-Usina exige pessoal de nível mais alto, mas menor quantidade de homens do que a usina tradicional. Foi, então, admitido: Mini-Usina: 20 homens (IPAI) com salário mensal médio de Cr\$10.560,00; tradicional: 40 homens e salário mensal médio de Cr\$7.000,00. Encargos sociais: 56,3%, que incluem o 13o. salário.*

*A Tabela I engloba os dados citados.*

## DESEMPENHO ECONÔMICO FINANCEIRO

*Os 20 anos do período de depreciação foram divididos numa série de cinco termos: três, correspondentes ao 1o., 2o. e 3o. anos, que são os anos de carência, de montagem e de ajustamentos da usina; um, correspondente aos anos 4o. ao 12o., de produção plena e de amortização do empréstimo; um, correspondente ao período do 13o. ao 20o. ano, que é o de funcionamento sem os encargos financeiros do empréstimo. Não foi considerado o custo do capital de giro.*

*O custo operacional foi calculado obedecendo os critérios do IPAI, dando à matéria-prima o preço citado e considerando os diferentes custos fixos de cada usina.*

*O imposto de renda foi calculado na base de 35%, com o adicional de 5% sobre o que exceder Cr\$30 milhões de lucro, por ano.*

*Os resultados estão resumidos na Tabela II.*

*Foram, por fim, calculados o lucro depois do imposto de renda e o fluxo de caixa para o período, considerando para ambos a série acima referida. Calcularam-se também, alguns indicadores, tudo englobado na Tabela III.*

### CONCLUSÕES:

*Relativamente à Usina Tradicional de 120.000 litros por dia, nota-se um melhor desempenho econômico-financeiro da Mini-Usina de 20.000 litros por dia, quando o cálculo é feito adotadas as premissas deste estudo. Este melhor desempenho decorre da necessidade que tem a Mini-Usina, de menor investimento por litro de álcool produzido. Este, por sua vez, é conseqüência de:*

- 1. Menor custo das instalações industriais por litro de capacidade de produção;*
- 2. Maior capacidade específica de produção anual (representada por 300 contra 167 dias de trabalho efetivo por ano);*
- 3. Menor taxa de juros (a influência da redução da taxa anual de 24 para 20% é diminuída: reduz apenas de 25,5% para 24,5% ao ano a renda sobre o investimento nas instalações industriais).*

*Nas condições deste estudo, a série financeira (fluxo de caixa) não apresenta termos negativos no caso da Mini-Usina, o que se reflete na taxa interna de retorno de 20% ao ano.*

TABELA I

	UNIDADE	MINI	TRADICIONAL
<i>Investimentos --</i>			
<i>unidades industriais</i>	$10^6$ Cr\$	80	680
<i>Empréstimo Proálcool</i>			
- Valor	$10^6$ Cr\$	64	544
- Taxa de juros, anual	%	20	24
<i>Recursos próprios</i>	$10^6$ Cr\$	16	136
<i>Produção</i>			
- Diária	1	20.000	120.000
- Anual	$10^6$ ℓ	6	20
- No período de 20 anos	$10^6$ ℓ	117	370
<i>Preço da cana (ou sôrgo)</i>			
<i>posto esteira da usina</i>	Cr\$/t	813,66	813,66
<i>Pessoal</i>			
- Quantidade de homens	—	20	40
- Salário mensal médio	Cr\$	10.560	7.000

TABELA II

Médias para o Período de 20 anos  
Cr\$ por litro de álcool

	MINI	TRADICIONAL
<i>Preço de venda (posto usina)</i>	20,84	20,84
<i>Custo de produção</i>		
– operacional	13,79	13,58
– juros do financiamento	0,96	3,10
– depreciação	0,68	1,84
– total	15,43	18,52
<i>Lucro antes do Imposto de Renda</i>	5,41	2,32
<i>Imposto de Renda</i>	1,92	1,17
<i>Lucro depois do Imposto de Renda</i>	3,49	1,15

TABELA III  
Indicadores  
Período de 20 anos

	MINI	TRADICIONAL
<i>Faturamento sobre investimento</i>	30,5 vezes	11,3 vezes
<i>Investimento por litro por ano (Cr\$)</i>	13,33	34,00
<i>Lucro depois do imposto de renda:</i>		
– sobre o investimento	25,5% a.a.	3,1% a.a.
– sobre o faturamento	16,7% a.a.	5,5% a.a.
<i>Tempo de retorno do investimento (anos)</i>	6,0	21,1
<i>Taxa interna de retorno</i>	18,8% a.a.	-0,8% a.a.
<i>Pontos de equilíbrio</i>		
– 1o. ano	77%	*
– durante a carência (1o. ao 3o. ano)	46%	*
– durante a amortização (9 anos)	43%	99 %
– após a amortização (8 anos)	12%	11 %
– todo o período de 20 anos	31%	63 %

\* Não atinge o equilíbrio.

A título especulativo faremos adiante uma comparação econômica de duas opções envolvendo custos de implantação e produção próximos. O primeiro relativo a 3 Mini-Usinas e o segunda a uma Usina de 120.000 litros por dia.

COMPARAÇÃO ENTRE 3 MINI-USINAS E UMA DE 120.000ℓ/d

- 1 — Preço da terra: Cr\$300.000 por alqueire paulista, ou Cr\$124.000 por hectare.
- 2 — Depreciação nula do valor da terra.
- 3 — Mão-de-obra: 40 homens para cada caso, aos mesmos salários anteriormente adotados.
- 4 — Custo de irrigação apenas no 1o. caso.
- 5 — No 1o. caso, apenas 50% do custo dos fertilizantes foi levado a débito da matéria-prima, por ser, nesse caso, empregado o vinhoto como fertilizante.
- 6 — Produção de cana: terra irrigada (1o. caso), 80 t/ha. ano; terra não irrigada (2o. caso), 60 t/ha.ano. Produção de sorgo no 1o. caso: 100 t/ha.ano, em duas safras.
- 7 — Produção de álcool no período de depreciação: 1o. caso: 351 Mℓ; 2o. caso: 370 Mℓ.
- 8 — Distância média de transporte dos colmos: 3,5 km no 1o. caso e 8 km no 2o. caso.
- 9 — Nenhum crédito foi considerado no 1o. caso pela venda ou uso do bagaço gerado, quase todo ele sendo disponível, já que grande parte do calor necessário à usina provém da queima do metano. No 2o. caso, o bagaço foi considerado como combustível, para a produção do vapor necessário ao processamento, nada tendo sido creditado às obras.

RESULTADOS:

As tabelas IV a VI englobam os resultados obtidos, podendo ser destacado:

- 1 — No 1o. caso é pago mais imposto de renda que no 2o.
- 2 — O lucro depois do imposto de renda, expresso em porcentagem anual sobre os investimentos, é maior no 1o. caso — seja considerando apenas os investimentos nas unidades industriais, seja nessas unidades e nas terras, em conjunto.
- 3 — No 1o. caso é possível remunerar o capital investido em terras.
- 4 — Os capitais retornam em menor tempo no 1o. caso do que no 2o.

## USO DO SORGO

*Do sorgo sacarino, os colmos cominuidos são usados na fabricação do álcool. Paralelamente, produzem-se 7.500 t de grãos por ano, que podem ser usados como alimento ou como matéria-prima para produção de mais álcool: cerca de 3 Mℓ /ano. Porém, no estudo do 1o. caso, nenhum crédito foi dado ao emprego dos grãos de sôrgo. A disponibilidade destes grãos, somada à do bagaço, melhoram a situação econômica da solução com três Mini-Usinas IPAI.*

TABELA IV

		TRÊS MINIS	TRADICIONAL
<i>Investimentos</i>			
-- unidades industriais	10 <sup>6</sup> Cr\$	240	680
-- terras	10 <sup>6</sup> Cr\$	420	690
-- total	10 <sup>6</sup> Cr\$	660	1.370
<i>Empréstimo Proálcool</i>			
-- importância financiada	10 <sup>6</sup> Cr\$	192	544
-- taxa anual de juros	%	20	24
<i>Recursos Próprios</i>			
-- unidades industriais	10 <sup>6</sup> Cr\$	48	136
-- terras	10 <sup>6</sup> Cr\$	420	690
-- total	10 <sup>6</sup> Cr\$	468	826
<i>Produção de Álcool</i>			
-- diária	l	60.000	120.000
-- anual	10 <sup>6</sup> litros	18	20
-- período de 20 anos	10 <sup>6</sup> litros	351	370
<i>Pessoal</i>			
-- quantidade de homens	-	40	40
-- salário mensal médio	Cr\$	10.560	7.000
<i>Terras</i>			
-- área	ha	3.400	5.600
--	alq.	1.400	2.300
-- preço unitário	Cr\$/ha	124.000	124.000
--	Cr\$/alq.	300.000	300.000





TABELA V

Cr\$ por litro de álcool  
Médias para o período de 20 anos

	TRÊS MINIS	TRADICIONAL
<i>Preço de venda, posto usina</i>	20,84	20,84
<i>Custo de produção</i>		
– operacional	11,80	13,58
– juros de financiamento	0,95	3,10
– depreciação	0,68	1,84
– TOTAL	13,43	18,52
<i>Lucro antes do imposto de renda</i>	7,41	2,32
<i>Imposto de renda</i>	2,88	1,17
<i>Lucro depois do imposto de renda</i>	4,53	1,15
<i>Remuneração do capital investido em terras (*)</i>	1,67	**
<i>Lucro líquido final</i>	2,86	–

Calculado na base de 7% ao ano (taxa adotada por ser próxima da taxa interna de retorno de aluguéis de imóveis na cidade de São Paulo).

\*\* Lucro insuficiente para remunerar, nas condições acima, o capital investido em terras.

TABELA VI

Indicadores – Período de 20 anos

	TRÊS MINIS	TRADICIONAL
<i>Faturamento sobre investimento em</i>		
– unidades industriais	30,5 vezes	11,3 vezes
– unidades industriais e terras	11,1 vezes	5,6 vezes
<i>Investimento, por litro por ano, em</i>		
– unidades industriais	Cr\$13,33	Cr\$34,00
– unidades industriais e terras	Cr\$36,67	Cr\$68,50
<i>Lucro médio anual depois do I.R. sobre investimentos, em</i>		
– unidades industriais	33,1%	3,1%
– unidades industriais e terras	12,0%	1,5%
<i>Lucro médio anual líquido (*) sobre investimentos em</i>		
– unidades industriais	20,9%	–
– unidades industriais e terras	7,6%	–
<i>Lucro médio anual depois do I.R. sobre o faturamento</i>	21,7%	5,5%
<i>Tempo de retorno do investimento em</i>		
– unidades industriais	3,7 anos	21,1 anos
– unidades industriais e terras	9,9 anos	27,9 anos
<i>Taxa interna de retorno</i>	26,9	–0,8%
<i>Pontos de equilíbrio</i>		
– 1o. ano	58 %	**
– durante a carência (1o. ao 3o. ano)	30 %	**
– durante a amortização	33 %	99%
– após a amortização (13o. ao 20o. ano)	7 %	11%
– todo o período de 20 anos	23 %	63%

\* Considerado como o lucro depois do imposto de renda menos a remuneração do capital investido em terras.

\*\* Não atinge o equilíbrio.

*USINAS DE ÁLCOOL*

*MÉTODO DE CÁLCULO  
DO DESEMPENHO FINANCEIRO*

MINI

$$I_{DEZ/78} = Cr\$25 \cdot 10^6$$

Valor corrigido para OUT/80

$$I = (415/156) 25 = 66,5$$

acréscimo para instalação

de metano + eventuais (- 20%)

$$\frac{13,3}{79,8}$$

$$I = 80$$

TRADICIONAL

$$I_{MAI/80} = 506 \cdot 10^6$$

$$I = (415/310) 506 = 677,3$$

$$I = 680$$

4 - FINANCIAMENTO

Pelo Proálcool, as taxas anuais de juros, tendo as ORTN sido prefixadas em 45 %, são

$$MINI \quad 2\% + 40\% ORTN = 2\% + 18\% = 20\%$$

$$TRAD \quad 6\% + 40\% ORTN = 6\% + 18\% = 24\%$$

Parte financiada: 80%

$$MINI \quad 0,8 \cdot 80 = 64$$

$$TRAD \quad 0,8 \cdot 680 = 544$$

NOTA: Por se estar a tratar da situação financeira (disponibilidade de CAIXA), não foi considerada a remuneração dos recursos próprios necessários para cobrir os faltantes 20% do ativo fixo.

5 – CUSTO DA MATÉRIA-PRIMA – Colmos postos na usina

Cultura ano	MINI irrigada			TRAD não irrigada		
	1o.	2o.	3o.	1o.	2o.	3o.
produção do solo t/ha	150	95	75	115	70	55
CUSTO (em 10 <sup>3</sup> Cr\$/ha)						
– plantio, mudas, etc	33,3			30,6		
– fertilizantes	12,6	11,2	8,5	16,4	14,0	11,7
– irrigação	2,5	2,5	2,5	0,0	0,0	0,0
– corte e carregamento	22,6	14,3	11,2	17,3	10,5	8,2
– transporte	23,6	14,9	11,8	24,4	14,8	11,7
– lucro	<u>24,0</u>	<u>12,2</u>	<u>11,0</u>	<u>17,7</u>	<u>8,6</u>	<u>6,9</u>
sub-total	118,6	55,1	45,0	106,4	51,4	41,3
total	218,7			199,1		
Cr\$/t posto usina	218700/320 = 683,43			199100/240 = 829,58		
Cr\$/t adotados	690,00			813,66		

NOTAS

- 1) MINI-fertilizantes: 50% de vinhoto a custo 0,00 por t.
- 2) distâncias de transporte: MINI 3,5 km; TRAD 10 km
- 3) custo do transporte em caminhões de 11 t de carga útil, cujo custo é de Cr\$14,00 por hora, com 1 h de tempo morto por ciclo:

$$\text{TRAD} \quad a = \frac{1400}{11} \left(1 + \frac{20}{30}\right) = 212 \text{ Cr\$/t}$$

$$\text{MINI} \quad a = 157 \text{ Cr\$/t}$$

6 – CUSTO DE PRODUÇÃO, C (em 10<sup>6</sup> Cr\$/ano)

6.1 – CUSTOS FIXOS = C<sub>f</sub>

- 1) Mão de obra + 56,3% de encargos sociais
- 2) Seguros: 0,5% do ativo fixo
- 3) Manutenção: 1,5% do ativo fixo

6.2 – Custos variáveis =  $C_v$

	TRÊS MINIS		TRAD	
	1o. ano	2o. em d.	2o. ano	3o. em d
1) Matéria prima 70 l álcool por t $Q \cdot 10^6$ l consumo anual, $10^6$ t $\frac{Q}{70}$	9 0,129	18 0,258	10 0,143	20 0,286
custo colmos	$0,129 \times 690$ 89,0	$0,258 \times 690$ 178,0	$0,143 \times 813,66$ 116,3	$0,286 \times 813,66$ 232,6
2) ingredientes e drogas	6,9	13,8	7,6	15,2
3) combustíveis	0,0	0,0	0,6	1,2
4) despesas financeiras	3,7	7,4	4,2	8,4
$c_v$	99,6	199,2	128,7	257,4
$c_f$	12,8	12,8	18,9	18,9
$c_v + c_f = C$	112,4	212,0	147,6	276,3

NOTAS

- 1) despesas financeiras: 2% do valor do faturamento.
- 2) ingredientes e drogas – custo unitário atualizado do valor de DEZ/78, da publicação no. 2 do IPAI.
- 3) combustível da MINI: metano a  $0,00 \text{ Cr}\$/\text{m}^3$ ; valor atualizado de DEZ/78, para a TRAD.

7 – FATURAMENTO,  $V$  (em  $10^6$  Cr\$ por ano)

$$V = 20,84 Q$$

8 – JUROS DURANTE A CARÊNCIA,  $J$  ( $10^6$  Cr\$/ano)

$$V = i I_1 = 0,8i I$$

$i$  sendo a taxa de juros, conforme item 4.

9 -- JUROS DURANTE O PERÍODO DE AMORTIZAÇÃO DO EMPRÉSTIMO,  
F (10<sup>6</sup> Cr\$/ano)

$$F = I_1 \left( \frac{2(\sqrt{1+i}-1)\alpha}{\alpha-1} - \frac{1}{9} \right)$$

sendo  $\alpha = (1+i)^9$

NOTA

-- Foi considerado o método de amortizações a prestações constantes. F dá os JUROS MÉDIOS ANUAIS, ao longo dos 9a anos de amortização (3 de carência; total 12 anos), para pagamentos semestrais e taxa anual *i*.

10 -- REMUNERAÇÃO DO VALOR DA TERRA, P

Foi calculada, quando considerada, à taxa anual de 7%. A depreciação da terra foi tomada como nula.

11 -- DEPRECIAÇÃO DA USINA, D

$$D = \frac{I}{20}$$

12 -- PLANILHA DE CÁLCULO

ANO	TERMOS	V	C	J	F	D	L	T	A	P	R	S
1	1											
2	1											
3	1											
4 -- 12	9											
13 -- 20	8											
TOTAL	20											

A segunda coluna representa a quantidade de termos, *q*, existentes em cada linha.

Total de *q*: 20 anos

durante a amortização, por ano  $C_f = M + F + A$

após a amortização  $C_f = M$

durante todo o período de 20 anos  $C_f = 20M + 3J + 9(F + A)$

$C$  e  $C_v$ , conforme itens 2 e 6.

$A$  – Amortização do empréstimo

$$A = \frac{I_1}{9} = 0,8 \frac{I}{9}$$

$R$  – Lucro depois do imposto de renda

$$\text{por ano } R = L - T$$

$$\text{no período } \sum_{t=1}^{t=5} R \quad \sum_{t=1}^{t=5} (q R_t)$$

onde  $t$  é o número da linha da planilha.

$$\text{renda média anual } R = \frac{R}{20}$$

$S$  – disponível (caixa)

$$1^{\text{o. ao 3^{\text{o. ano}}} \quad S = V - C - J - A$$

$$4^{\text{o. ao 12^{\text{o. ano}}} \quad S = V - C - F - A$$

$$13^{\text{o. ao 20^{\text{o. ano}}} \quad S = V - C - A$$

$$\text{em geral} \quad S = R + D + A$$

$$\text{para todo o período } D \quad \sum_{t=1}^{t=5} (q S_t)$$

### 13 – INDICADORES

Produção de álcool no período  $Q$

$$\text{MINI} \quad Q = 19 \times 6 + 1 \times 3 = 117 \text{ M}\ell \text{ (uma MINI)}$$

$$\text{TRAD} \quad Q = 18 \times 20 + 1 \times 10 = 370 \text{ M}\ell$$

$$\text{Investimento por litro de capacidade } Q \text{ de produção anual} = \frac{I}{Q}$$



Cálculo das colunas -- VALORES EM  $10^6$  Cr\$/ano

V -- item 2                      F -- item 9  
C -- item 6                      D -- item 11  
J -- item 8                      P -- item 10

L -- Lucro antes do imposto de renda

1o. ao 3o. ano                      L = V - C - J - D  
4o. ao 12o. ano                      L = V - C - F - D                      (q = 9)  
13o. ao 20o. ano                      L = V - C                                      (q = 8)

T -- Imposto de Renda

35% de L, mais adicional de 5% sobre L - 30

$$\text{Lucro depois do IR sobre o investimento} = \frac{\sum R}{I}$$

$$\text{Lucro depois de IR sobre o faturamento} = \frac{\sum R}{20,84 \sum Q}$$

Tempo de retorno do investimento

É o valor de n que satisfaz a equação

$$\sum_{t=1}^{t=12} (q S_t) = I$$

Taxa interna de retorno

É o valor de r que satisfaz a equação

$$\sum_{t=1}^{t=5} \frac{q S_t}{(1+r)^t} = 0$$

Calculado com auxílio de programa HP-67.

$$\text{Custo de produção} = \frac{V-L}{Q}$$

$$\text{Lucro líquido} = R - P$$

$$\text{Pontos de equilíbrio } E = \frac{C_f}{V-C_v}$$

seja  $M = \text{Mão de obra} + \text{encargos} + \text{seguros} + \text{manutenção } 10^6 \text{ Cr\$/ano}$

1o. ano  $C_f = M + J$

durante a carência  $C_f = 3M + 3J$

### MÉTODO DE CÁLCULO ADOTADO NA ELABORAÇÃO DAS TABELAS

1 - PRODUÇÃO ANUAL,  $Q$  (em  $10^6$  l)

	1o. ano	2o. ano	3o. ano em diante
MINI	3	6	6
TRADICIONAL	0	10	20

2 - VENDAS,  $V$  (em  $10^6$  Cr\$; Cr\$20,84 por litro)

Uma MINI	62,51	125,04	125,04
TRAD	0	208,40	416,80

3 - CUSTO DA USINA,  $I$  (em  $10^6$  Cr\$)

Valores corrigidos segundo o índice no. 33 da revista "Conjuntura Econômica", por extrapolação gráfica:

