

# **Análise da viabilidade técnico-econômica da recuperação de fécula em uma fecularia de mandioca no oeste do Paraná**

**Patricia Schrippe**  
pschrippe@gmail.com  
UTFPR/MD

**Silvana Ligia Vincenzi Bortolotti**  
sligie@globo.com  
UTFPR/MD

**Edna Possan**  
epossan@gmail.com  
UNILA/PR

**Resumo:** O presente estudo apresenta uma análise da viabilidade de implantação de mais um moinho desintegrador, cevadeira, juntamente com moto bomba e peneiras rotativas GLs em uma fecularia no oeste do Paraná. O objetivo da análise é quantificar a fécula que poderia ser produto final caso fosse adotado o processo de uma segunda moagem e por meio da Engenharia Econômica determinar a viabilidade da implantação, os resultados analisados, mostraram que os resultados da TIR, o Valor Presente Líquido (VPL) do projeto apresentou valores baixos inclusive quando foi TMA estimada de 1% a.a. sendo que nesse caso, o VPL seria de R\$ 3861,51e o Payback Time, ou seja, o tempo necessário para retornar o investimento estimado foi de 7 meses e 26 dias. Portanto, de acordo com os parâmetros do estudo, a recuperação da fécula via dupla moagem em termos financeiros não é exequível na fecularia em questão.

**Palavras Chave:** Engenharia econômica - perdas - fécula - -

## 1. INTRODUÇÃO

Com o advento do reconhecimento das empresas da imprescindibilidade da minimização de resíduos, tanto pelas normas ambientais relacionadas, quanto pela melhora da imagem da empresa para clientes internos e externos, e principalmente como fonte de diminuição de desperdícios financeiros, os resíduos que eram vistos como “um mal necessário” passaram a objeto de estudo e atenção.

Resíduo é definido como todo e qualquer elemento que não seja considerado produto ou matéria prima dentro da especificação. No processo industrial, o resíduo representa perda de matérias primas, insumos, subprodutos ou produto principal e requer tempo e capital para o seu gerenciamento (CRITTENDEN; KOLACZKOWSKI, 1995).

As principais técnicas para a minimização dos resíduos são classificadas por Matos e Schalch (1997) como:

- a) Oriundas de redução na fonte, onde inclui mudanças de material e mudança de tecnologias para realizar o controle na fonte;
- b) Oriundas da reciclagem, sendo incluso a recuperação e mudanças de práticas operacionais.

Uma solução possível de reduzir a geração de resíduos na fonte é por meio da mudança de tecnologia. Salienta-se que tal procedimento será considerado viável caso demonstre melhora na eficiência industrial, visto que o resíduo é um indicador da ineficiência do processamento, ou seja, matéria-prima inutilizada.

Na busca de técnicas que unam melhor aproveitamento da matéria-prima e minimização dos resíduos, atualmente vem se desenvolvendo algumas soluções industriais denominadas como redução de resíduos na fonte por meio de mudanças no processo. No processo produtivo de fécula de mandioca uma das técnicas que se encontra nessa categoria é a dupla moagem, técnica. A dupla moagem segundo EBS (20--) consiste em reprocessar a massa residual, fazendo com que, a mandioca tenha uma maior quantidade de quebra intracelular no processo de moagem e libere uma quantidade maior de fécula. Os principais resultados dessa técnica quando comparados com o processo de produção de fécula de mandioca tradicional são:

- Redução do resíduo da mandioca na massa residual;
- Aumento no consumo de água e energia no processo;
- Acréscimo na quantidade de fécula de mandioca.

A fim de analisar a viabilidade econômica da implantação de um moinho desintegrador (cevadeira) juntamente com moto bomba e peneiras rotativas GLs, foi desenvolvida uma pesquisa para estimar a eficiência deste processo e os custos relacionados por meio de comparação de características do funcionamento do sistema atual e da simulação de operação com dupla moagem em uma fecularia de mandioca no oeste do Paraná. Salienta-se que a atividade de moagem apresenta função de quebra das moléculas e liberação de fécula, assim sendo é um dos processos de maior impacto na conversão da mandioca em fécula.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. FÉCULA DE MANDIOCA

Segundo EBS (20--) A fécula de mandioca é um pó fino, branco, insípido, inodoro e produz ligeira crepitação quando comprimido entre os dedos. É um polissacarídeo natural da família dos carboidratos, composto por aproximadamente 18% de amilose e 82%



amilopectina. Segundo ABAM (2011) as características da fécula são sensivelmente alteradas pela matéria-prima, visto que quanto mais branca maior é a qualidade fécula.

Segundo dados da SUFRAMA (2003), no Brasil 96% das indústrias produtoras da fécula de mandioca estão na região compreendida pelos Estados do Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo. Sendo que, segundo a FINEP (2011) a produção de fécula em território paranaense em 65% do total brasileiro, o que corresponde ao primeiro lugar no ranking na produção de fécula de mandioca.

Um resíduo bastante volumoso desse processo é a massa que também é conhecida por farelo ou bagaço, segundo Cereda (1994) a massa é composta principalmente pelas fibras da mandioca e por aproximadamente 85% de água. Segundo EMBRAPA (2005) A característica principal do farelo ou massa, é de conter elevado teor de amido residual, sendo que esse resíduo, depois de seco tem, em média, a seguinte composição: Amido 63,6 %, Glicose 0,24%, Proteína 2,31%; Fósforo 0,03%; Cálcio 0,09%; Potássio 0,28%; Extrato Etéreo 0,65%, Fibra 8,33%.

Essa massa costuma ser um problema para as fecularias principalmente quando se trata de seu destino, devido ao fato da mandioca utilizada na fecularia estudada é mandioca-brava, *Manihot esculenta* Crantz, essa variedade apresenta segundo Cagnon et al. (2002) índices elevados de ácido cianídrico (HCN), que é o princípio tóxico da mandioca e cuja ingestão ou mesmo inalação, representa sério perigo à saúde, podendo ocorrer casos extremos de envenenamento.

## 2.2. PERDAS

A perda, de forma genérica, é formada pelos custos incorridos no processo de produção, assim como os custos sofridos pelos consumidores no decorrer da vida útil do produto (reparos, perda de negócios, etc.), dessa forma, entende-se que a perda constitui na parte não aproveitável do produto ou serviço, portanto, minimizar a perda é a estratégia que incentiva a produção uniforme em busca da redução de custos na hora da produção e do consumo (ROSS, 1991).

Slack (2002) comenta que para empresas que concorrem diretamente em preço, beneficiados da mandioca, por exemplo, o custo será o principal objetivo de produção especialmente por tratar de produtos de composição e características semelhantes, portanto quanto menor o custo de produzir bens e serviços, menores podem ser os preços aos seus consumidores, dessa forma, inclusive empresas que concorrem em outros aspectos como qualidade, rapidez, confiabilidade ou flexibilidade estão interessadas em manter seus custos baixos.

Via de regra, nos setores econômicos busca-se via pesquisas alternativas para o melhoramento dos produtos e processos, porém segundo o Sebrae - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (2008), no setor feculeiro a realidade é preocupante, pois os investimentos em pesquisas da cultura de mandioca ainda são parcos, a produtividade da matéria-prima ainda é baixa e o valor financeiro dos resíduos é pouco vantajoso.

Esses resíduos, principalmente a manipueira (resíduo líquido da industrialização da mandioca) e da massa residual detêm alta DBO, DQO e possuem em sua composição o ácido cianídrico, características essas, que encarecem os processos de tratamento de resíduos.

Nesse sentido, Cardoso (2003) reflete que a busca de uma solução viável para os resíduos gerados com o processamento de mandioca ainda são pouco incorporadas ao processo produtivo, portanto há uma clara necessidade de adequação das alternativas



existentes, visando além de reduzir o impacto ambiental, acrescentar eficiência nesse setor, reduzindo os custos e conseqüentemente maximizando a rentabilidade.

Mesmo quando uma operação produtiva é projetada e suas atividades planejadas e controladas, a tarefa do gerente de produção não está acabada, pois todas as produções independentes quão bem gerenciadas sejam, podem ser melhoradas (SLACK et al., 2002).

### 2.3. ENGENHARIA ECONÔMICA

A Engenharia Econômica objetiva a análise econômica de decisões sobre investimentos, tais como instalar uma nova fábrica, comprar novos equipamentos ou simplesmente alugar uma máquina (CASSAROTTO FILHO; KOPPITKE, 1998). Para isso, dispõe dos seguintes métodos de análise de investimentos: Método do Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE); Método do Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE); Método do Valor Presente Líquido (VPL); e, Método da Taxa Interna de Retorno (TIR).

Entre os benefícios da correta utilização dos métodos da Engenharia Econômica, Hirschfeld (2010) classifica em:

- a) Tangíveis: Os benefícios quantificados em valores econômicos seguem assim um raciocínio simples e lógico no qual são determinadas facilmente;
- b) Intangíveis: Esses não podem ser expressos em termos econômicos com simplicidade, suas determinações originam de apreciação subjetiva, necessitando de alicerce bem estruturado para não serem refutados.

Nesse sentido, compreende-se que a máxima eficiência técnica somente será viabilizada caso for demonstrada a máxima eficiência financeira, ou seja, deve-se procurar a eficiência técnica da engenharia compatível com a eficiência financeira.

## 3. METODOLOGIA

O presente artigo é resultado de uma pesquisa exploratória, descritiva, aplicada e de abordagem quantitativa (VERGARA, 2010). Quanto aos procedimentos técnicos a pesquisa enquadra-se em um estudo de caso, visto que busca a avaliação da viabilidade maior aproveitamento do resíduo da massa via a projeção da instalação de um maquinário em uma empresa já determinada.

Dessa forma, foi realizado uma pesquisa em material bibliográfico e levantamento de dados com a empresa fornecedora do maquinário, realizado observações e coletas de dados in loco com utilização de dados numéricos. Neste trabalho fez-se o uso do *software* Excel sendo realizadas as seguintes análises: VPL, *Payback Time* e TIR do investimento.

Via tais métodos, a pesquisa buscou avaliar se a implantação do maquinário: moinho desintegrador, uma moto bomba, uma peneira rotativa é exequível no processo da fecularia em questão.

### 3.1. PROCESSO PRODUTIVO TRADICIONAL

O processo de obtenção de fécula de mandioca, de forma genérica consiste na retirada de terra, limpeza, retirada de cepa, trituração, desintegração, peneiramento e por seguinte a secagem até a obtenção da fécula seca.

As etapas chaves que esse estudo de melhoria visou estudar são: desintegração e peneiramento. No processamento atual a trituração resulta em pedaços de mandioca de 2 a 3 cm de comprimento, esses pedaços são armazenados em um alimentador dosador, na



sequência a mandioca é destinada ao moinho desintegrador (cevadeira), onde ocorre a quebra intercelular da mandioca e assim liberação da fécula de mandioca.

Após a moagem, a mistura passa para as peneiras rotativas extratoras com furos de 2,00 mm, as GLs, onde será separada a fécula dissolvida em água (leite de fécula) das fibras (massa) e da água residual. A massa residual é enviada para o lado externo da fábrica na casa das massas, onde esse resíduo é armazenado e destinado para consumo animal, enquanto os resíduos líquidos assim como dos demais processos, são enviados para as lagoas de tratamento.

É importante salientar que nesses resíduos além de cascas, fibras e água ainda existe uma parte de fécula, ou seja, matéria-prima que não gerou produto e que encarece o sistema de tratamento dos resíduos.

### 3.2. PROJETO DE ALTERAÇÃO NO PROCESSO PRODUTIVO

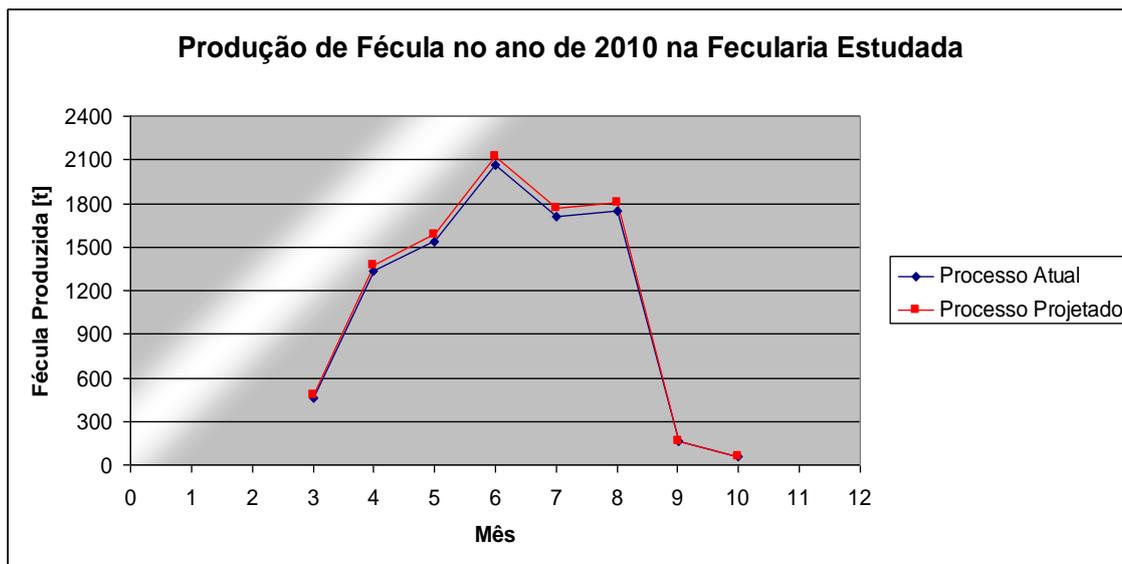
No processo de alteração em análise, foi realizada a projeção baseada nos dados fornecidos pela empresa fabricante dos equipamentos, sendo que foi fornecido que a após a moagem que já ocorre o peneiramento na peneira rotativa com diâmetro de furos de 2,00 mm (esse primeiro processo é o que já é realizado), essa mistura seria novamente moída em uma segunda cevadeira e então passaria por um segundo peneiramento, em um conjunto de peneiras rotativas cujos furos são de 1,00 mm.

Pela experiência em outras empresas deste ramo, e análise da quantidade de fécula na massa, segundo a empresa fabricante do maquinário EBS (20--), a massa teria redução de 41% para 30% de fécula em sua composição, fécula (polissacarídeo) essa que seria transformada ser transformada em fécula (produto), atenta-se ao fato que, pelo Decreto nº 12.486 de 20 de outubro de 1978, a composição da fécula deve apresentar: 14% umidade (p/p), 80% de fécula (p/p), 0,5% cinzas (p/p) e acidez máxima de 1,00 (p/p) expressa em mL de NaOH 1N/100g (SÃO PAULO, 1978), dessa forma, foi considerado no cálculo a proporção mínima definida no decreto: 80% do produto fécula é composto por fécula pura.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. RECUPERAÇÃO DE FÉCULA

A Figura 1 apresenta a produção de Fécula de Mandioca no ano de 2010.



**Figura 1:** Produção de fécula no ano de 2010 na Fecularia Estudada

Como é possível perceber na Figura 1 a produção de fécula de mandioca se concentra dos meses de março a outubro e no ano em questão o pico da produtividade foi em junho. Na figura também é possível verificar que o acréscimo na quantidade de fécula produzida oriundo do reaproveitamento é pouco representativo quando comparado com toda a produção, porém esse pequeno aumento representaria de 59.971 t no mês de junho, ou seja, no pico da safra do ano de estudo e 13.429 t o pior resultado em março, totalizando um aumento projetado de 263.841 t de fécula para o ano de 2010 na empresa estudada.

#### 4.2. ANÁLISE ECONÔMICA

Para estimar a viabilidade econômica do investimento as seguintes considerações foram tomadas:

- A fécula produzida pela recuperação seria vendida no mês de sua produção;
- A massa residual originada do processamento atual é composta por aproximadamente 41% de fécula enquanto a massa no processo de dupla moagem é composta por 30% de fécula;
- O maquinário: (moinho desintegrador + peneiras rotativas + moto-bomba + instalação hidráulica, elétrica e civil), que consiste em um total de R\$ 300.000,00 seria adquirido à vista e sem empréstimos;
- O equipamento atuaria apenas fora do horário de ponta, durante 2 turnos de 8 h, 6 dias/semana, de março à outubro do ano de 2010;
- Carga tributária: Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual, Intermunicipal e de Comunicação (ICMS); Imposto de Renda (IR); Imposto sobre o Produto Industrializado (IPI);
- Depreciação do maquinário linear de 10% a.a. sendo descontado mensalmente nos fluxos de caixa.

Em posse dos dados coletados e das considerações anteriores, foi projetada a diferença nas entradas e saídas da empresa no processo atual de beneficiamento e no projetado gerando uma variação mensal exposta na Tabela 1.

**Tabela 1:** Comparação financeira processo real *versus* processo projetado

Mês	Real [R\$]	Projetado [R\$]	Diferença [R\$]
Janeiro	1.089.748,60	1.087.356,36	-2.392,24
Fevereiro	945.007,36	942.615,12	-2.392,24
Março	318.446,77	333.108,95	14.662,18
Abril	-300.184,28	-252.848,28	47.336,00
Mai	-272.662,16	-217.712,64	54.949,52
Junho	-518.608,23	-446.857,21	71.751,02
Julho	-337.365,68	-275.723,75	61.641,93
Agosto	-175.217,73	-112.231,65	62.986,08
Setembro	1.038.632,24	1.040.095,48	1.463,24
Outubro	1.608.328,61	1.608.113,46	-215,15
Novembro	2.341.843,98	2.339.451,74	-2.392,24
Dezembro	1.829.632,64	1.827.312,16	-2.320,48
<b>TOTAL</b>	<b>7.567.602,12</b>	<b>7.872.679,74</b>	<b>305.077,62</b>

Nota-se na Tabela 1, que de novembro a fevereiro houve uma redução no lucro, em decorrência a maiores custos quanto à manutenção desses equipamentos, porém a maioria dos meses como agosto, que apresentou um acréscimo superior a R\$ 70.000, apresentaram uma variação positiva dos rendimentos. Essa variação no ano representou 4,03% de acréscimo nos lucros, ou seja, R\$ 305.077,62.

Com os dados dispostos na Tabela 1, é nítido que o investimento gera uma receita positiva, sendo que, exatamente com a coluna referente à diferença foram realizadas as análises que seguem. Para calcular o VPL, no *software* Excel, foi utilizado o algoritmo, representado na equação (1).

$$=VPL(TMA;-300.000;-2.392,24;-2.392,24;14.662,18;47.336,00;54.949,52;71.751,02;61.641,93;62.986,08;1.463,24;-215,15;-2.392,24;-2.320,48) \quad (1)$$

No VPL verifica-se se os fluxos são suficientes para pagar o capital investido e proporcionara a TMA requerida, como não tivemos especificações de qual a TMA da empresa, a partir do fluxo projetado foi estimado os VPLs em função de várias TMAs como pode ser observado na Tabela 2, nessa projeção notou-se que o projeto era viável apenas em situações de TMA de 1% a.a., dessa forma, em termos financeiros o projeto não se apresenta viável.

**Tabela 2:** VPL do projeto em função da TMA

TMA [% a.a.]	VPL [R\$]
10	-16.145,27
5	-31.45,04
1	3.861,51

Já para encontrar a Taxa Interna de Retorno, no *software* Excel fez-se uso da equação (2).



=TIR (-300.000;-2.392,24;-2.392,24;14.662,18;47.336,00;54.949,52;71.751,02;61.641,93;62.986,08;1.463,24;-215,15;-2.392,24;-2.320,48) (2)

O valor da TIR do projeto foi de 0% a.a., enquanto quando foi projetado para 2 anos a TIR apresentou o valor de 7%, uma taxa baixa, indica um investimento pouco rentável em termos financeiros. Considerando o mesmo fluxo, calculou-se o *Payback Time*, sendo que, ele apontou um período de 7 meses e 26 dias portanto, um tempo bastante reduzido considerando que se trata de maquinário industrial.

## 5. CONCLUSÕES

O estudo apontou que tecnicamente é possível o melhor aproveitamento do resíduo da massa via dupla moagem, com uma redução estimada de 41% para 30% de fécula presente na massa residual da fecularia estudada. Essa variação representaria um aumento na produção de 263.841 t de fécula apenas no ano de 2010.

Para tanto, o investimento seria de R\$ 300.000,00 para aquisição e instalação do maquinário: 01 moinho desintegrador, 01 motobomba e 01 conjunto de peneiras rotativas. Esse investimento geraria uma Taxa Interna de Retorno (TIR) para o período de um ano de 0%, ou seja, esse investimento geraria uma taxa de 0% no primeiro ano de instalação, sendo que foi considerados todos os *cash-flows*, ou seja, fluxos de caixa, ao valor presente de forma que a soma destes valores seja zero, o que nos leva a concluir que pelo indicador TIR o investimento, não é viável para a fecularia estudada.

Confirmando os resultados da TIR, o Valor Presente Líquido (VPL) do projeto apresentou valores baixos inclusive quando foi TMA estimada de 1% a.a. sendo que nesse caso, o VPL seria de R\$ 3861,51e o *Payback Time*, ou seja, o tempo necessário para retornar o investimento estimado foi de 7 meses e 26 dias. Portanto, de acordo com os parâmetros do estudo, a recuperação da fécula via dupla moagem em termos financeiros não é exequível na fecularia em questão.

## 6. REFERÊNCIAS

**ABAM.** Associação Brasileira dos Produtores de Fécula de Mandioca. *Produção: O amido de mandioca*. Disponível em: <[http://www.abam.com.br/fecula\\_mand.php](http://www.abam.com.br/fecula_mand.php)>. Acesso em: 11 abr. 2011.

**CAGNON, J. R.; CEREDA, M. P. & PANTAROTTO, S.** In Cd-rom. Série: *Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas*. Vol.2 – Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas. Fundação Cargill. Ago/2002.

**CASAROTTO FILHO, N. & KOPITKE, B. H.** *Análise de Investimentos: Matemática financeira, Engenharia econômica, Tomada de decisão e Estratégia empresarial*. 8. ed. São Paulo: Atlas S.A., 1998.

**CEREDA, M. P.** *Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca*. São Paulo: Paulicéia, 1994.

**CRITTENDEN, B. & KOLACZKOWSKI, S.** *Waste minimization: a practical guide*. England: IChemE, 1995.

**EBS: Fecularias com Talento.** In Cd-rom. *Fábrica das Fábricas*. Quatro Pontes, PR. [S.l.]: [s.n.], [20--].



**EMBRAPA.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia. Subprodutos da mandioca - composição dos resíduos sólidos. Porto Velho/RO. dez. 2005. Disponível em: <[http://www.cpafro.embrapa.br/media/arquivos/publicacoes/folder\\_mandioca.pdf](http://www.cpafro.embrapa.br/media/arquivos/publicacoes/folder_mandioca.pdf)>. Acesso em: 05 mar. 2012.

**FINEP.** *Financiadora de Estudos e Projetos. Paranaenses descobrem novos sabores da mandioca.* Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/imprensa/revista/segunda\\_edicao/06\\_Paranaenses%20descobrem%20novos%20sabores%20da%20mandioca.pdf](http://www.finep.gov.br/imprensa/revista/segunda_edicao/06_Paranaenses%20descobrem%20novos%20sabores%20da%20mandioca.pdf)>. Acesso em: 06 mai. 2011.

**HIRSCHFELD, H.** Engenharia econômica e análise de custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores. 7. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2000.

**MATOS, S.V.; SCHALCH, V.** In Cd-rom. Alternativas de minimização de resíduos da indústria de fundição. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, 19. Foz do Iguaçu, 14 a 19 set. 1997. *Anais...* Foz do Iguaçu, 1997.

**SÃO PAULO (Estado).** Decreto-lei nº 12.486, de 20 de outubro de 1978. Normas Técnicas Especiais Relativas a Alimentos e Bebidas. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, 20 out. 1978. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1978/decreto%20n.12.486,%20de%2020.10.1978.pdf>>. Acesso em 23 out. 2011.

**SUFRAMA.** *Superintendência da Zona Franca de Manaus. Potencialidades Regionais Estudo de Viabilidade Econômica: Amido de mandioca.* 2003. Disponível em: <[http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj\\_pot\\_regionais/sumario/amido.pdf](http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/sumario/amido.pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2011.

**VERGARA, S.C.** *Projetos e relatórios de pesquisa em Administração.* 12. ed. São Paulo: Atlas, 2010.