

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA
COM ÊNFASE EM TRANSPORTES**

AVIAÇÃO AGRÍCOLA E O AVIÃO A ÁLCOOL

RODRIGO ALBERTO TASSI

**BOTUCATU – SP
DEZEMBRO - 2005**

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA
COM ÊNFASE EM TRANSPORTES

AVIAÇÃO AGRÍCOLA E O AVIÃO A ÁLCOOL

RODRIGO ALBERTO TASSI

Orientador: Prof. Dr. LUÍS FERNANDO NICOLOSI BRAVIN

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
FATEC - Faculdade de Tecnologia de Botucatu, para
obtenção do título de Tecnólogo em Logística com
ênfase em transportes.

BOTUCATU – SP
DEZEMBRO – 2005

DEDICATÓRIA

Dedico

À minha esposa

Zenaide

Pela compreensão e incentivo na busca por melhores aspirações

E aos meus filhos

Luan e Ana Clara

Pelo apoio e carinho

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a DEUS pela oportunidade apresentada.

È difícil citar nomes sem que possa incorrer em omissões.

Agradeço a todos aqueles que de forma direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos meus filhos Luan, Ana Clara e a minha esposa Zenaide pela paciência e incentivo demonstrado durante todo o curso em especial durante a realização deste trabalho.

A minha mãe, que soube criar eu e meu irmão Alex, dentro de ensinamentos sublimes, sempre pautados pela honestidade, fé, persistência, dedicação, humildade e, sobretudo com muito amor.

Ao Prof. Dr. Luís Fernando Nicolosi Bravin, Coordenador da Faculdade de Tecnologia de Botucatu, e meu orientador, pelas suas orientações no trabalho, pelas sugestões em diversas fases do experimento e, principalmente, pela paciência e pela compreensão.

Agradeço a todos os professores e funcionários, da Fatec de Botucatu.

Agradeço a todos os colegas de classe pelos momentos inesquecíveis que convivemos juntos. Em especial ao grande amigo Guilherme que esteve sempre presente disposto a colaborar sempre na gratuidade, sem interesse de receber algo em troca com o simples propósito de ajudar. Rendo-lhe a minha admiração pela luta, fé e persistência e dedicação para alcançar o seu objetivo não se importando com as barreiras a serem vencidas. Parabéns mestre!

Agradeço a Indústria Aeronáutica Neiva pela contribuição prestada em especial aos engenheiros Vitor, Vicente e Lucas.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Ipanema a gasolina.....	41
Figura 2 – Ipanemão.....	43
Figura 3 – Vista aérea da NEIVA.....	44
Figura 4 – T – 25.....	46
Figura 5 – Motor Lycoming.....	48
Figura 6 – Ipanemão em vôo.....	49
Figura 7 – Desmontagem, Certificação do motor.....	54
Figura 8 – Inspeção dos componentes do motor após desmontagem.....	55
Figura 9 – Gráfico (Potência x Consumo).....	56
Figura 10 – Desenvolvimento do motor	60

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1: Deriva.....	26
Tabela 2: Dosagem de aplicação.....	37
Tabela 3: Comparações de custos do combustível.....	50
Tabela 4: Custos operacionais para o produtor.....	51
Tabela 5: Desempenho com os combustíveis.....	61

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1: Atividades da Aviação Agrícola.....	23
Quadro 2: Testes de Certificação.....	54

SUMÁRIO

RESUMO	XI
I. INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	13
1.2 Justificativa	13
II. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 A Logística	15
2.2 Histórico da Aviação Agrícola.....	17
2.3 Aviação Agrícola no Brasil.....	18
2.3.1 Legislação.....	18
2.3.2 Frota.....	18
2.3.3 Regulamentação.....	18
2.3.4 Mercado Agrícola	19
2.3.5 Benefícios	19
2.3.6 Fiscalização	20
2.3.7 Pessoal Especializado	21
2.3.8 Associação	22
2.3.9 A Atividade	22
2.3.10 A Aviação Agrícola e sua utilização	23
2.3.11 Clima e Temperatura	27
2.3.12 Produtividade.....	28
2.3.13 Aplicações	29
2.3.14 Exemplos de Eficácia no Controle de Doenças.....	30
2.3.15 Aplicação Terrestre x Aéreo.....	31
2.3.16 Inovações: Das Bandeirinhas ao DGPS.....	32
2.3.17 Negócios do Mercado.....	33
Moderfrota	35
Vendas	35
Seguros	36
2.3.18 Otimização da Produtividade.....	36
2.3.19 Planejamento	37
2.3.20 Barreiras	38

III. ESTUDO DE CASO	40
3.1 Ipanema.....	40
3.1.1 Diferencial do Ipanema	43
3.2 Avião Movido a um Combustível Alternativo.....	44
3.2.1 Indústria Aeronáutica Neiva.....	44
3.2.2 Projeto Antigo	45
3.2.3 EMB-202 Motor a Álcool.....	47
3.2.4 Motor Lycoming.....	47
3.2.5 Objetivos da Empresa.....	49
3.2.6 Vantagens do Álcool	49
3.2.7 Desvantagens do Álcool	52
3.2.8 Processo de Certificação.....	52
3.2.9 Parceiros no Processo de Certificação.....	52
3.2.10 Principais Modificações	53
3.2.11 Álcool X Segurança de Vôo	53
3.2.12 Dificuldades no Desenvolvimento e Certificação	53
3.2.13 Feed-Back Avião Ipanema Álcool	55
3.2.14 Prêmios	55
IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
4.1 Benefícios do Avião a Álcool	57
4.1.1 Menor Poluição Ambiental.....	57
4.1.2 Maior Durabilidade do Motor.....	58
4.1.3 Aumento da Potência do Motor.....	58
4.1.4 Menor Custo Operacional.....	58
4.1.5 Menor Pressão de Vapor	58
4.1.6 Combustão Mais Lenta.....	59
4.1.7 Melhor Logística	59
4.1.8 Geração de Empregos.....	59
4.1.9 Maior Segurança.....	59
4.1.10 Tolerância à Água.....	60
4.1.11 Desempenho	61
4.1.12 Conversão de Motores	61
V. CONCLUSÕES	63

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 66

RESUMO

É impossível falar de aviação agrícola sem analisar a agricultura e seu desempenho no país e no mundo. Os sucessivos recordes na produção de grãos como, por exemplo, a produção de soja que no ano 2003 contribuiu com US\$ 8 bilhões, ou seja, 12% das exportações totais do país.

Projeções realizadas mostram que o crescimento populacional e aumento da renda da população principalmente em países asiáticos como a China deverá elevar ainda mais a demanda de produtos agrícolas.

Para atender esta crescente demanda a agricultura está buscando novas tecnologias de proteção e uma das ferramentas indisponíveis passa a ser a aviação agrícola e sua missão de oferecer uma melhor cobertura, através da rapidez e eficiência operacional.

O setor tem conseguido um bom crescimento nos últimos anos, mas devido a grande período em que ficou estagnado ainda não atende as necessidades do mercado.

O trabalho procura evidenciar as grandes barreiras que travam o desenvolvimento das atividades aeroagrícolas, sejam econômicas, políticas e institucionais.

A indústria nacional domina o mercado com um avião produzido a mais de 30 anos, o Ipanema que vem sendo melhorado ano a ano para se manter competitivo.

Recentemente foi apresentada uma nova opção para o setor aeroagrícola, o avião a álcool, que promete se expandir para outros setores da aviação. Um estudo antigo que ficou desativado por décadas, foi reativado principalmente pela falta de disponibilidade do combustível e o preço alto no mercado, devido a constantes crises e aumento do preço do petróleo.

O Avião Ipanema álcool foi uma grande conquista para o setor aeroagrícola à medida que oferece um combustível alternativo e renovável com diferencial de ser menos poluente. Sua grande Vantagem está na redução dos custos operacionais, fator crucial para o crescimento desta importante atividade para o setor agrícola.

I. INTRODUÇÃO

A Aviação agrícola surgiu da necessidade de se evoluir na aplicação de agentes químicos para agilizar o combate às pragas nas plantações agrícolas.

Posteriormente, outras funções foram sendo incorporadas às atividades aéreas como semeadura, controle de vetores de doenças e combate a incêndios.

A aviação agrícola é um dos segmentos da aviação civil no país enquadrado no setor de serviço aéreo especializado com a função de proteger as lavouras.

O grande desenvolvimento observado pelo setor de agronegócio nos últimos anos estimulou o crescimento da aviação agrícola como um todo, pois o setor é diretamente dependente da agricultura. Este crescimento ainda está longe de atender as necessidades do campo, principalmente quando surge uma praga nova como a ferrugem da soja, verifica-se a falta de aviões disponíveis no mercado no momento ideal e local que o produtor necessita para salvar sua produção.

A diminuição dos custos operacionais pode ser conquistada com a inclusão no mercado de uma importante inovação que foi a certificação do motor a álcool pela Neiva, exatamente no momento em disparada do preço do barril do petróleo os produtores recebem esta importante alternativa renovável e atrativamente mais econômica.

1.1 Objetivos

Demonstrar a importância da atividade aeroagrícola para a economia do país como ferramenta indispensável para o controle de pragas no campo, e a sua eficiência operacional em comparação com a pulverização terrestre, as principais dificuldades encontradas no setor que barram seu crescimento, e a busca por novas tecnologias para poder oferecer aos produtores rurais uma maior eficiência, agilidade, proteção e produtividade das lavouras.

O estudo de caso será realizado em cima do avião agrícola Ipanema, seu domínio sobre o mercado, suas tecnologias e os esforços da empresa para alcançar o domínio da tecnologia da utilização do álcool como combustível, as etapas vencidas, os obstáculos ultrapassados no decorrer do caminho.

O trabalho pretende contribuir para a divulgação e expansão da atividade aeroagrícola dentro do país, pois ainda em certas regiões existe certa resistência quanto à sua utilização talvez devido a uma pouca informação.

1.2 Justificativa

O crescimento da safra de grãos nos últimos anos é sem dúvida um amplo mercado para os serviços logísticos dentro do País, pois impulsiona todos os setores para que o produto esteja disponível para o cliente no momento ideal.

A logística certamente está inserida na aviação agrícola à medida que necessita de um amplo planejamento de suas atividades operacionais não abrindo mão de modernas tecnologias como o DGPS.

No PIB (produto interno bruto), o agronegócio aparece como fator decisivo no desempenho positivo da balança comercial brasileira. Na agricultura, a profissionalização do campo, os aumentos significativos de produtividade e o surgimento de uma nova geração de administradores são notícias muito bem-vindas ao setor. Nesse contexto, a aviação agrícola apresenta-se útil a essa realidade, disponibilizando avançadas tecnologias, além de sua grande eficiência em prol do crescimento da produção de grãos no país.

O avião vem ao encontro do momento em que o planeta busca

substitutos ao petróleo. A preferência do consumidor pelo combustível mais barato está sacudindo de novo o mercado brasileiro.

O álcool é uma solução, embora a autonomia da aeronave seja menor, em função de um maior consumo em massa de combustível. Para muitas aplicações, tais como agrícola, treinamento e aerodesportiva são plenamente viáveis. Pode-se também optar pela mesma autonomia, porém perdendo em carga paga.

Hoje em dia, existe também a preocupação com o meio ambiente, o chumbo e o tolueno, contidos na gasolina, são substâncias altamente nocivas às pessoas e ao meio ambiente em razão disso existe, a previsão de que a gasolina de avião usada atualmente será banida da Europa futuramente.

II. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Logística

Segundo Novaes (2001), na sua origem, o conceito de logística estava essencialmente ligado às operações militares. Ao decidir avançar suas tropas seguindo uma determinada estratégia militar, os generais precisaram ter sob suas ordens, uma equipe que providenciasse o deslocamento, na hora certa, de munições, viveres, equipamentos e socorro médico para o campo da batalha.

Christopher (1992) relata que, no início de 1991, o mundo presenciou um exemplo dramático da importância da logística. Como precedente para a guerra do golfo, os Estados Unidos e seus aliados tiveram que deslocar grandes quantidades de materiais a grandes distâncias, o que se pensava ser um tempo impossivelmente curto. Meio milhão de pessoas e mais de meio milhão de materiais e suprimentos tiveram que ser transportados através de 12.000 quilômetros por via aérea, mais 2,3 milhões de toneladas de equipamentos transportados por mar - tudo isso feito em questão de meses.

Ao longo da história do homem, as guerras têm sido ganhas e perdidas através do poder e da capacidade da logística ou a falta deles. (CHRISTOPHER,

1992).

A logística empresarial evoluiu muito desde seus primórdios. Agrega valor de lugar, de tempo, de qualidade e de informação à cadeia produtiva. Além de agregar os quatro tipos de valores positivos para o consumidor final, a logística moderna procura também eliminar do processo tudo que não agrega valor para o cliente, ou seja, tudo que acarrete somente custos e perda de tempo. Implica também a otimização dos recursos, pois, se de um lado se busca o aumento da eficiência e melhoria dos níveis de serviço ao cliente, de outro, a competição no mercado obriga a uma redução contínua nos custos (NOVAES, 2001).

Vencer tempo e distância na movimentação de bens ou na entrega de serviços de forma eficaz e eficiente é a tarefa do profissional de logística. Ou seja, sua missão é colocar as mercadorias ou os serviços certos no lugar e no instante corretos e na condição desejada, ao menor custo possível (BALLOU, 1993).

Entre muitas indústrias, haverá sempre um concorrente que será o produtor a baixo custo e, com frequência, este concorrente terá os maiores volumes de venda no setor. Um antigo axioma em marketing nos diz que os “clientes não compram produtos, eles compram satisfação”. Em outras palavras não se compra o produto pelo que ele é, mas pela promessa do que ele “proporcionará” (CHRISTOPHER, 1992).

Toda a logística gira em torno do produto, suas características frequentemente moldam a estratégia logística necessária para deixar o produto disponível para o cliente (BALLOU, 1993).

A missão do gerenciamento logístico foi definida em termos de fornecimento dos meios, através dos quais as necessidades do serviço ao cliente são atendidas. A função do serviço ao cliente é fornecer “utilidade de tempo e lugar” na transferência de mercadorias e serviços entre o comprador e o vendedor (CHRISTOPHER, 1992).

É necessário sabermos o que produzir, como produzir, quanto produzir, como cuidar dos estoques, como distribuir buscando diminuir custos e seus impostos no preço final (CHING, 2001).

Apesar de transportes, manutenção de estoques e processamento de pedidos serem os principais ingredientes que contribuem para a disponibilidade e a condição física de bens e serviços há uma série de atividades adicionais que apóia estas atividades. Elas são: armazenagem, manuseio de materiais, embalagem de proteção,

obtenção, programação de produtos, manutenção de informação.

2.2 Histórico da Aviação Agrícola

Em 1911 o inspetor florestal alemão Alfred Zimmermann idealizou a utilização de aeronaves para aplicar produtos químicos com a intenção de controlar pragas na floresta. Após apresentar sua invenção ao Imperial Patent Office no dia 29 de março de 1911 recebeu a patente de nº 247028, classe 45K, grupo 4/35.

Por sua análise criteriosa sobre o problema e visualização e defesa da utilização de aviões no controle de doença pode ser considerado o pioneiro da aviação agrícola.

Apesar do seu enfoque visionário, somente depois da guerra puderam utilizar aeronaves adequadas e pilotos treinados capazes de realizar esta tarefa.

Os experimentos iniciais começaram em muitos países durante a década dos anos vinte, nos Estados Unidos (NEILLIE e HOUSER) agosto de 1921, utilizando-se do avião biplano Curtis Ing, conseguiram controlar em 99% as lagartas de *Catalpa Sphinx*, polvirizando-as com arseniato de chumbo, comprovando assim a eficácia do procedimento.

Após a década de 40, mais precisamente após a segunda grande Guerra Mundial, aconteceu a explosão da aviação agrícola nos EUA, quando começou a acontecer o aperfeiçoamento dos equipamentos de aplicação, primeiramente devido ao grande desenvolvimento da agricultura e as necessidades do controle fitossanitário e também pelos problemas de infestação de gafanhotos, malária e incêndios florestais. Nessa época eram utilizados os aviões Stermann e Piper J3, Muitos pilotos de aviões de caça, depois da guerra, tornaram-se pilotos agrícolas (PONTUALL, 2005).

No Brasil, os primeiros vôos agrícolas ocorreram em 1947, em Pelotas-RS, com avião Muniz M-9, aplicando BHC, para o controle de gafanhotos nas lavouras da região. A aviação agrícola Brasileira teve seu incremento na década de 70, com a fabricação do avião Ipanema.

O primeiro avião projetado especificamente para o uso agrícola foi o AG-1, desenvolvido em 1950 nos Estados Unidos.

2.3 Aviação Agrícola no Brasil

Segundo Sindag, (2005) a aviação agrícola no Brasil é um dos segmentos da aviação civil. No Ministério da Defesa, Comando da Aeronáutica, ela esta enquadrada na categoria “Serviços Aéreos Especializados/ proteção à lavoura”.

2.3.1 Legislação

No Comando da Aeronáutica, os principais documentos legais que dizem respeito à Aviação Agrícola é o Código Brasileiro de Aeronáutica (lei 7.565, de 19 de dezembro de 1986), o Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica número 137 (R.B.H. A-137), de 1999 e portaria 190, de 2001. Além do Ministério da Defesa, também o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento regulamenta a atividade, de forma específica e extensiva, abrangendo, inclusive, aspectos relacionados à Proteção ao Meio Ambiente. No Ministério da Agricultura e Abastecimento, os principais documentos legais são o Decreto-lei 917, de 7 de Outubro de 1969 e o decreto 86.765, de 22 de Dezembro de 1981, além de legislação complementar (portarias) (SINDAG, 2005).

2.3.2 Frota

A frota brasileira de aeronaves agrícolas ao final de 2001 contava com 866 aeronaves, operadas por 244 empresas de Aviação Agrícola (fonte: DAC). Estimativas feitas pelo Sindag em julho/2005 apontam para 270 empresas e 1200 aviões e uma área aplicada de 18 a 20 milhões de hectares.

A frota continua em crescimento, tanto na produção nacional (Ipanema) quanto as importações de aviões, na sua maioria usados, que se destacam o Dromader, trazido da Polônia e os norte americanos Air Tractor e Thrush.

2.3.3 Regulamentação

Como antes referido, a Aviação Agrícola é regulamentada pelos Ministérios da Defesa e da Agricultura. Na Legislação da Aviação Agrícola estão listadas as atividades consideradas como sua prerrogativa, e que são:

- Aplicação de defensivos agrícolas.

- Aplicação de fertilizantes.
- Semeaduras.
- Povoamento de águas.
- Combate a incêndios em campos ou florestas.
- Outros empregos que vierem a ser aconselhados (por exemplo, em Saúde Pública, no combate a insetos e vetores de doenças). A prestação de serviços é atribuída da incentiva privada, através de empresas, as quais devem ter seu funcionamento autorizado e são fiscalizados pelo Poder Publico (Ministério da Defesa e da Agricultura) (SINDAG, 2005).

2.3.4 Mercado Agrícola

As principais culturas objeto do trabalho da aviação agrícola são a Soja, Arroz, Algodão, Cana-de-Açúcar, Trigo, Banana, Milho, Feijão e Pastagens, além de outras em menor escala (SINDAG, 2005).

Quatro culturas se destacam no uso da aviação agrícola: soja, algodão, cana-de-açúcar e arroz. Dessas, a soja é que tem dado maior numero de horas aos aviadores, em razão das grandes áreas plantadas, principalmente no Mato Grosso. Mas o algodão tem a vantagem de requerer um numero maior de aplicações dez contra três da soja, três a quatro do arroz e duas a três da cana. Outras culturas que também fazem uso da fertilização por ar são: trigo, banana, milho e feijão (BARROS, 2002).

2.3.5 Benefícios

Segundo Sindag (2005) as principais vantagens da aplicação aérea, em benefícios da produção agrícola e da proteção as pessoas e meio ambiente, são:

- Rapidez de execução, o que permite tratar grandes áreas no momento correto.
- Uniformidade de deposição dos produtos aplicados.
- Ausência de danos diretos (amassamento) das plantas da cultura.
- Inexistência de danos indiretos, como a compactação do

solo.

- Possibilidade de uso em qualquer condição de solo (solos irrigados ou encharcados por chuva, por exemplo).
- Menor número de pessoas envolvidas, o que é vantajoso quando se trata de aplicação de produtos tóxicos.
- Participação, obrigatória de pessoal especializado (técnicos, pilotos, agrônomos).
- Aplicação, sempre, sob Responsabilidade técnica de engenheiro agrônomo.
- Maior economia.

2.3.6 Fiscalização

A fiscalização do setor é função do poder público, através dos Ministérios da Defesa e da Agricultura, mediante o funcionamento da “Comissão Especial de Aviação Agrícola”, organismo criado pela legislação, outras entidades governamentais e privadas participam, também, do processo de normalização e fiscalização. São eles o Ministério da Saúde, Ministério do Trabalho, Ministério do Meio Ambiente, Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola, além do Ministério da Agricultura e da Defesa (SINDAG, 2005).

Por força da legislação, cada aeronave agrícola precisa ter o acompanhamento de um engenheiro agrônomo e de um técnico agrícola, ambos com formação específica no serviço. Não deixa de ser um privilégio, pois essa situação normalmente não se verifica no caso de pulverizadores terrestres. Um recente estudo feito pela Unesp/Botucatu-sp, feito no Paraná, constatou que quase 80% das dosagens em pulverizadores terrestres estavam erradas, entre outros equívocos. O agricultor está comprando toda tecnologia embarcada. Vale lembrar que a pulverização aérea, naturalmente, elimina a necessidade da terrestre e seus conseqüentes custos. Só em óleo diesel, economiza-se cerca de 6 a 7 litros por hectare. Além de diminuir a mão-de-obra (AGUAS CLARAS AVIAÇÃO, 2005).

2.3.7 Pessoal Especializado

A formação de pessoal técnico (pilotos agrícolas, engenheiros agrônomos, mecânicos), é função do poder público e ou da iniciativa privada mediante autorização governamental. Hoje praticamente a totalidade de pessoal especializado é formada através do último regime citado (autorização governamental a empresas privadas de formação de pessoal). Deve-se ressaltar que, por força da lei, as empresas de Aviação Agrícola são obrigadas a utilizar mão de obra especializada em sua atividade (SINDAG, 2005).

Com pelo menos três escolas independentes e um aeroclube, alinhados na preparação de pilotos agrícolas o país tem cerca de 1200 pilotos agrícolas, formando este ano cerca de 300 novos.

As escolas são a Santos Dumont, de Cachoeira do Sul (RS), a E. J de Itápolis (SP) e a Agrovel, de Ponta Grossa (PR). O aeroclube do Rio Grande do Sul também tem o curso de piloto agrícola.

O curso, com um currículo padronizado é ministrado em um prazo entre 40 a 45 dias. Com cerca de 30 horas de vôo, sendo 12 horas em avião PA-18 e 18 horas em Ipanema.

Os cursos são coordenados pela Coordenação Técnica Operacional de Aviação Agrícola e Combate a Incêndios, órgão vinculado ao DAC.

Voando em baixa altitude, entre 4 a 5 metros do solo, o piloto agrícola realiza operações críticas, pulverizando faixas de 1,5 km de extensão, tendo de pousar frequentemente para operações de reabastecimento (ESTRELLA, 2004).

A técnica de vôo agrícola exige do piloto uma habilidade e um campo de conhecimentos bastante diferentes de todos outros tipos de aviação. O piloto agrícola deve estar comprometido, tanto com a operação agrícola como a aeronáutica. Deve conhecer o uso e manejo correto de produtos químicos e dos fertilizantes e saber o suficiente sobre a pratica da agricultura sempre segura para poder fazer um trabalho eficaz (QUANTIC, 1990).

“Sozinho, quase sempre na cabine do avião. Ele é ao mesmo tempo comandante, co-piloto, navegador, artilheiro, municionador, meteorologista e mecânico, enfim o que se poderia chamar o homem dos sete instrumentos, obrigando a uma operação perfeita, sem excessos ou carências que nos lançamentos não são tolerados”.

“Operando com carga total e em pistas nem sempre preparadas, cuja largura muitas vezes corresponde a da envergadura do próprio aparelho que pilota, ele chega a efetuar por vezes 80 aterragens num mesmo dia, utilizando toda sua perícia e recursos para vencer a adversidade do ambiente ali presente vale lembrar ventos e temperaturas desfavoráveis, sujeito a choques com pássaros e obstáculos não previstos”.

O piloto agrícola é um profissional de alto nível, que emprega o binômio aeronave/dgps como ferramenta de precisão e competência nos mais distintos cenários do país. (CORRÊA apud ESTRELLA, 2004).

2.3.8 Associação

O associativismo se dá através da organização das empresas no âmbito nacional através do SINDAG - Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola. No âmbito do Mercosul, o Brasil, representado pelo SINDAG, faz parte do “Comitê Aeroagrícola Privado do Mercosul”, órgão que integra as representações das empresas de aviação agrícola dos países do Mercosul (Brasil, Uruguai, Argentina e Paraguai) (SINDAG, 2005).

2.3.9 A Atividade

Atividade Aeroagrícola: é a atividade aérea com a finalidade de proteger ou fomentar o desenvolvimento da agricultura e quaisquer de seus aspectos, mediante o uso de fertilizantes, sementeira, combate a pragas e vetores propagadores de doenças, aplicação de herbicidas e desfoliadores, povoamento de águas e quaisquer outras aplicações técnicas e científicas aprovada (DAC, 2005).

Quadro 1: Atividades da Aviação Agrícola

ATIVIDADES DA AVIAÇÃO AGRÍCOLA	BIOAERONÁUTICA	ALTURA DO VÔO.
Agricultura, Silvicultura e Pecuária.	Inspeções, Mapeamentos, Sensoriamento remoto, Previsão de safra, Adubação, Semeadura, Controle de pragas, Doenças e ervas daninhas, maturação, Desfoliamento e Outras.	3 a 5 metros acima da vegetação
Piscicultura	Peixamento e cultivo químico	Sem informações
Saúde Pública	Controle de vetores (malaria, dengue e oncocercose)	50 a 100 m do solo
Modificação do Tempo	Nucleação de nuvens (chuva artificial); Controle de geadas e supressão de neve.	Até 2.000m (nuvens baixas)
Ecologia	Controle de poluição marinha (óleo)	Sem informações
Diversos	Inspeção de Linhas de Alta Tensão, Controle de Incêndios Florestais, Outras.	15 a 30 m acima da copa

Fonte: UFRRJ, acidentes com agrotóxicos, 2005.

2.3.10 A Aviação Agrícola e sua utilização

A aviação agrícola surgiu da necessidade de evoluir na aplicação de agentes químicos que combatem as pragas das culturas sua função principal é a aplicação de fertilizantes e defensivos agrícolas.

Praticada em todos os continentes a aviação agrícola é uma atividade de grande importância quando se trata de garantir a produção de alimentos, sendo realizada como atividade permanente, periódica ou mesmo emergencial (MONTEIRO apud PINHO, 1992).

A aplicação aérea de defensivos é uma ferramenta valiosa na agricultura, quando realizada dentro de critérios técnicos bem definidos. Em um país com dimensões continentais como o Brasil, com apenas 160 milhões de hectares agricultáveis, existe uma situação muito favorável à aviação agrícola desde que utilizada com o devido embasamento tecnológico, de modo que ela fique inteiramente harmonizada com a preservação do ambiente (CORRÊA, 1997).

O avião agrícola é uma plataforma de lançamento utilizada para os mais variados fins: aplicação de defensivos, de fertilizantes e também para a semeadura de espécies vegetais. A grande vantagem da utilização do avião para esse tipo de trabalho é a rapidez, trazendo como consequência um ótimo rendimento (CHRISTOFOLLETTI, 1972).

O avião agrícola é uma máquina que serve para a aplicação de agroquímicos (líquidos ou sólidos). Sua estrutura é planejada para trabalhar em condições especiais (pistas de pouso e decolagem de terra ou pasto), vôos à baixa altura, com obstáculos (árvores, casas, postes de eletricidade e de telefones). A cabine é construída de maneira a deformar-se progressivamente em caso de acidente, sem provocar danos mais graves ao piloto.

Segundo Corrêa (1997) o uso de aviões em operações agrícolas tem uma grande vantagem: com ele os trabalhadores e seus equipamentos terrestres podem ter atribuições mais produtivas.

As aeronaves agrícolas podem exercer diferentes funções:

- Adubação das plantas e aplicação de micronutrientes;
- Aplicação de reguladores de crescimento, maturadores e dessecantes;
- Controle de vetores;
- Aplicação de herbicidas e dessecantes para controle e eliminação de ervas daninhas e arbustos, em cultivos agrícolas e pastagens;
- Avaliação e infestações potenciais;
- Controle de gafanhotos, mariposas ou insetos;
- Controle e combate de incêndios florestais em áreas de cultivo;
- Semeadura de culturas, pastos, florestas (produção de fibras e alimentos);
- Aerofotogrametria para observações, avaliações de danos provocados por enfermidades, insetos e fungos; ocorrência de fogo e inundações; necessidade de nutrientes nas plantas (infra-roxo); produção e potencial de florestas e mapeamento agrícola;
- Auxiliar na produção de peixes; nas aplicações de controladores de doenças e de nutrientes e no controle de plantas e algas em cursos e reservatórios de água.

A distribuição de gotas e a largura da faixa estão diretamente relacionadas com a altura do vôo. Esta altura é uma característica ou parâmetro básico de aplicação para cada modelo ou marca de aeronave. Esse aspecto deve ser previamente avaliado e, uma vez definido, o valor deve ser mantido em todas as aplicações agrícolas com o mesmo avião. Qualquer que seja o vôo - contra ou a favor do vento – ele resultará numa faixa de deposição com as seguintes características:

- Faixa de deposição mais estreita;
- Maior densidade de gotas;
- Gotas mais grossas;
- Custos mais altos;
- Diferença na deposição das gotas devido ao sentido do vôo e do vento;
- Controle menos trabalhoso com a deriva;
- Contaminação mais fácil dos operadores e “bandeirinhas”;
- Menor rendimento operacional;
- Volume de aplicação variando de acordo com a direção e intensidade do vento;

Quando um avião agrícola voa através ao vento, as características da faixa de deposição são:

- Faixa de deposição mais larga;
- Menor deposição das gotas;
- Densidade de gotas mais uniformes;
- Gotas mais finas;
- Custo menor para o agricultor;
- Deposição mais uniforme da faixa;
- Controle mais trabalhoso da deriva (perda mais fácil das gotas para evaporação);
- Menor risco de contaminação dos operadores e “bandeirinhas”;
- Menor rendimento operacional para as empresas de aplicações aéreas.

No sistema de pulverização de um avião agrícola, durante a

operação, há sempre certa quantidade de líquido residual, denominada “lastro”. Em uma operação inicial de regulagem de um avião agrícola, é importante não esquecer esta observação. O lastro do tanque de pulverização somente será descartado com um serviço de limpeza ou manutenção da aeronave, ou quando for aberto o fundo do tanque, ocorrendo o esgotamento da bomba e de todo o sistema de pulverização dos bicos.

A pulverização é um processo em que um volume definido de líquido por unidade de tempo é forçada a passar sob uma pressão previamente escolhida por um orifício calibrado. Este processo resulta em uma quantidade de gotas de diferentes diâmetros, pesos e direções. Isto é necessário para que possamos distribuir sobre um alvo determinado e definido a mistura de um agroquímico.

Tabela 1: Deriva

ALTURA DE VÔO (H) VERSUS VELOCIDADE DO VENTO (V)

H(M)	V(Km/h)	H x V	DERIVA
3	5	15	Pequena
3	10	30	Pequena
3	15	45	Média
5	15	75	Média

Fonte: UFRRJ, acidentes com agrotóxicos, 2005.

Deriva é o deslocamento horizontal que sofrem as gotas desde o seu ponto de lançamento até atingirem o seu destino (o solo ou as plantas). Quando a distancia percorrida pelas gotas não é grande o suficiente para que elas saiam da área em tratamento, dizemos que a deriva é tolerável. Quando a deriva conduz as gotas para fora da área em tratamento, dizemos que a deriva é intolerável, principalmente se o produto aplicado poder causar danos às culturas, pessoas ou animais fora da área em tratamento (AGROTEC, 2005).

Os principais fatores que podem ocasionar a deriva são:

- Tamanho (diâmetro) e peso das gotas.
- Vento.
- Temperatura.
- Umidade relativa do ar.

- Turbulência do ar.
- Altura do vôo (altura a partir da qual as gotas são lançadas).

A situação ideal é aquela em que se trabalhando com o bico adequado, pressão ideal, volume de aplicação eficiente, terá condições de produzir gotas em diâmetro, espectro e deposição adequadas.

A deposição de gotas grossas é melhor em áreas que possuem superfícies de deposição maiores e quase horizontais. Em função da velocidade de queda ser maior devido ao seu diâmetro e peso, temos como consequência uma deriva e perda por evaporação menor.

Em áreas estreitas e posicionadas verticalmente a deposição com gotas finas tem melhor resultado. Entretanto, por terem um peso e diâmetro menor são mais sujeitas à deriva e perda por evaporação. As gotas finas têm maior penetração entre as folhas das culturas do que as gotas grossas.

2.3.11 Clima e Temperatura

Segundo Christofolletti (1972) a aviação, de um modo geral, é grandemente afetada pelas condições macro, topo e micro meteorológicas reinantes. As condições meteorológicas têm influencias econômicas, técnicas, de conforto, de segurança em todos os ramos da aviação.

O conhecimento das condições meteorológicas presentes em uma grande área é de importância fundamental para qualquer empresa de aviação agrícola poder programar e distribuir seu potencial de aplicação de pesticidas, fertilizantes, Herbicidas, hormônios, sementes, dissipadores e formadores de nuvens, sensoriamento remoto etc. (CHRISTOFOLETTI et al, 1972).

A recomendação básica para se obter uma boa deposição de gotas sobre um alvo é a necessidade de conhecer as correntes de ar no local de pulverização. A ocorrência de calmaria total, ao contrario do que pensam os aplicadores, é um fator negativo para uma boa pulverização. Poderão ocorrer inversões térmicas, contribuindo para que as gotas fiquem suspensas no ar e não se depositem sobre as culturas. Durante sua permanência prolongada no ar, elas acabam se perdendo pelo arraste ou pela evaporação.

Conclui-se, portanto que a ausência de correntes de ar em uma pulverização é tão negativa como o excesso de vento. Ao mesmo tempo, a umidade do ar é

o fator mais importante das condições climáticas. Não se devem efetuar pulverizações quando o índice se encontra abaixo de 55%. A temperatura máxima recomendada nos trabalhos de pulverização é de 30°C.

A temperatura e umidade muito altas são tão negativas para a pulverização como para o vôo de aeronaves a baixa altura. Nessas condições, as gotas são freadas em sua queda sobre as culturas por uma “almofada” de ar (correntes de convecção), que as sustentam como “bolhas de sabão”.

Temperaturas baixas e ausência de correntes de ar propiciam as condições para a ocorrência do fenômeno conhecido como inversão térmica, onde uma camada de ar mais quente é retida por uma camada superior mais fria. Dessa forma, a dispersão ou deposição das gotas estará prejudicada também (SANTOS apud CORRÊA, 1993).

2.3.12 Produtividade

Pesquisas realizadas pelo Sindag (Sindicato Nacional da Aviação Agrícola) estimam que no ano de 2001, foram tratados cerca de 10 a 12 milhões de hectares, correspondendo a uma área aplicada de apenas cinco milhões de hectares quando se eliminam as áreas que receberam mais de uma aplicação (BARROS, 2002).

Os norte-americanos cobrem, por meio deste serviço, 121 milhões de hectares por ano (a área refere-se ao acumulativo de pulverizações). São aplicados por avião 65% dos herbicidas, fungicidas e inseticidas comercializados naquele país, no Brasil além de não haver estatística confiáveis estimativas dão conta que apenas 6% da área agrícola é sobrevoada, o que equivale ao somatório de pulverizações, e no máximo de 16 milhões de hectares por ano.

Segundo Araújo apud Pinho, (1992) o rendimento operacional depende da lavoura a ser tratada. Lavouras pequenas com forma muito irregular, ou ainda, com topografia acidentada tendem a reduzir consideravelmente o rendimento. O comprimento médio das faixas é de fundamental importância. Faixas longas proporcionam acréscimo de rendimento aplicáveis, pois reduzem o tempo gasto em curvas ou salões.

Em princípio, rendimentos maiores são obtidos com acréscimos da capacidade de carga e, por sua vez, este fator está estritamente relacionada com o volume do produto aplicado por hectare e com a distância entre a pista de pouso e a lavoura.

Segundo Corrêa (1997) o aumento da produtividade é conquistada através da redução do volume da aplicação.

Os atomizadores rotativos oferecem o benefício do aumento do controle sobre o tamanho das gotas, assegurando boa cobertura e penetração ao longo das plantas de soja com volumes mais baixos para aumentar a produtividade do operador. Selecionar a combinação adequada do fungicida adjuvantes, tamanho das gotas, volume de aplicação e largura de faixa para aumentar a eficiência e produtividade da aplicação aérea e ainda efetuando a aplicação no momento adequado poderemos oferecer a melhor solução para aumentar o controle da doença (CLAYTON, 2005).

A aviação agrícola reduz os custos com a lavoura e aumenta a produtividade, sem exigir investimentos fixos. O crescimento vertical da agricultura é hoje uma das maiores necessidades de nosso país, a maneira do agricultor conseguir reduzir os custos de produção é aumentar a produtividade do hectare plantado (ÁGUAS CLARAS AVIAÇÃO, 2005).

Dos 44 milhões de hectares produtivos no país, 16 milhões de hectares já são pulverizados por via aérea, de acordo com dados do Sindicato Nacional de Empresas de Aviação Agrícola (Sindag). A entrada das aeronaves agrícolas no moderfrota pode ampliar esse número.

2.3.13 Aplicações

A manutenção da aeronave também pode ser um problema. O avião agrícola voa quatro a cinco meses por ano e costuma ficar o resto do tempo ocioso, o que pode causar o entupimento dos bicos (DANTAS, 2004).

O combate a incêndios, assim como a endemias, é uma das soluções para manter a frota e os pilotos em atividade o ano todo, pois o período de pulverização vai de outubro a maio, época em que começam as secas (BARROS, 2002).

Segundo (Monteiro, 2003) o uso da aviação agrícola para controlar mosquitos, vetores ou não de doenças humanas é feito de forma intensa nos estados da Florida e da Geórgia nos Estados Unidos, nas regiões pantanosas litorâneas é comum o tratamento aéreo para o controle de mosquitos, principalmente nas praias mais famosas para aumentar a frequência dos banhistas e conseqüentemente o faturamento local.

Há inúmeros projetos bem sucedidos de controle aéreo de *Aedes*

Aegypti. Para um controle eficiente são necessárias três aplicações sucessivas na mesma área no prazo aproximado de dez dias. Um avião agrícola do tipo Ipanema tem um rendimento operacional superior a 65 camionetas.

O avião agrícola foi usado com sucesso no controle de mosquitos no litoral de São Paulo, em 1975, pela Suceem, órgão oficial do governo paulista quando ocorreu uma epidemia de encefalite transmitida pelo *Aedes Aegypti*.

Alguns dados obtidos com aplicação aérea de MALATHION em ultra baixo volume:

- reduz em 98% a população de adultos 24 horas após a aplicação.
- reduz em 90% a população de larvas e pupas no mesmo período.
- não causam nenhum dano ao homem ou ao meio ambiente.

2.3.14 Exemplos de Eficácia no Controle de Doenças

A ferrugem asiática da soja, *phakoprora pachyrhizi*, é uma doença fúngica particularmente violenta que tem o potencial de causar grandes reduções de produtividade da ordem de 50 até 80% em um mês de infecção, se deixada sem tratamento. A doença é originária da Ásia e se estabeleceu no Brasil, Paraguai e parte da Argentina desde fevereiro de 2001. (CLAYTON, 2005).

Existem situações onde a aplicação aérea, tecnicamente é a mais recomendável como exemplo disso, tem-se a cultura da banana especialmente àquela localizada na Várzea (CORRÊA, 1997).

Atualmente são usados três processos para a aplicação de defensivos agrícolas nos bananais sob a forma de calda pulverizada.

- pulverizadores pneumáticos costais.
- pulverizadores do tipo canhão, acionados por tratores.

Porém esses dois sistemas oferecem uma série de limitações operacionais, devido a problemas de topografia, condições de solo e insalubridade operacional.

Operacionalmente o sistema que se tem mostrado mais eficiente para o tratamento de bananais no vale do Ribeira, é o da aplicação aérea. Atualmente 60 a 80% da área cultivada com banana nessa região, utilizam defensivos agrícolas aplicados pela aviação agrícola (CORRÊA, 1997).

2.3.15 Aplicação Terrestre x Aéreo

A aplicação aérea oferece grandes vantagens em relação à terrestre, sendo justificada para sua larga utilização em países desenvolvidos e com alta produtividade no setor primário (AERONAUTAS, 2005).

Podemos relacionar algumas das vantagens, tais como:

- **Rapidez:** pela via aérea podemos cobrir, em apenas uma hora, área superior a que os equipamentos terrestres levam um dia para tratar, controlando melhor as pragas, evitando quebras na produção e melhor aproveitando os produtos aplicados.
- **Eficiência:** os equipamentos aéreos dão coberturas mais uniformes. Além disso, não levam doenças, fungos ou sementes de ervas daninhas de uma área para outra.
- **Praticidade:** os equipamentos terrestres necessitam de solo seco para trabalhar. Por via aérea, logo após a chuva, pode-se entrar em ação para combate de pragas ou reposição de fertilizantes.
- **Não ocorre amassamento:** os equipamentos terrestres amassam áreas significativas em seu deslocamento, danificando a plantação, além de compactarem o solo.
- **Economia:** o investimento em equipamentos e mão-de-obra é menor. A economia cresce com área, isto é, quanto maior a lavoura, maior a economia.

Os equipamentos terrestres estão sujeitos às restrições das condições do solo e plantas que dificultam seu deslocamento sobre a área a ser tratada e, portanto estabelecido o início da infecção a rapidez da aplicação aérea pode ser vital para sustentar a proteção da lavoura a doença (CLAYTON, 2005).

No caso de arroz irrigado plantado no Sul do país, o avião não tem o problema de atolar, como os pulverizadores terrestres, por ser uma planta alta, também são favorecidos com o uso do pulverizador aéreo.

Segundo Clayton (2005) os equipamentos terrestres também causam danos diretos às plantas, o que pode reduzir a colheita (perdas estimadas entre 3 e 5 % particularmente quando o solo está molhado). Eles podem, ainda, disseminar a doença transportando os esporos de uma área afetada para outra ainda sadia.

Em safras que já prometem má remuneração por causa da chuva e

pela falta de garantia de um preço mínimo que garanta recuperar o capital investido os agricultores costumam ser mais conservadores e muitas vezes optam pela fertilização terrestre. “Perdem duas vezes, pois além do amassamento de grãos, acabam utilizando fertilizantes em excesso” (BELLEZA apud BARROS, 2005).

Além disso, a passagem de máquinas agrícolas faz com que 5% da lavoura seja destruída, o que em muitos casos representa quase a metade do valor de uma aeronave. Muitos plantadores não têm equipamentos em números suficientes para conter o avanço da doença causado por um fungo tão agressivo. Tipicamente duas ou até três aplicações de fungicidas podem ser necessários durante o ciclo da cultura (CLAYTON, 2005).

A aplicação aérea pode ser, portanto a uma opção para muitos produtores e a demanda do serviço de aplicação aérea poderá às vezes exceder a capacidade do setor, se as medidas de planejamento global não forem adotadas (CORRÊA, 1997).

2.3.16 Inovações: Das Bandeirinhas ao DGPS

A direção dos vãos de aplicação pode ser marcada de várias maneiras. Entretanto a mais comum é a utilização de “Bandeirinhas Móveis” isto é, pessoas que carregam uma bandeira na ponta de um bambu de 3 metros de comprimento e que se movimentam em espaços necessários para a aplicação da faixa de deposição (CHRISTOFOLETTI, 1972).

Atualmente os aviões agrícolas contam com sistemas DGPS (Sistemas Diferenciais de Posicionamento por satélites) que, semelhante ao que acontece na aerofotogrametria, pode seguir um planejamento de vôo, composto por linhas projetadas que recobrem a área a ser pulverizada. A aeronave pode ser mantida segundo estas linhas, acionando automaticamente o sistema de pulverização ao cruzar o limite da área e encerrando ao sair.

Eliminou-se ainda a necessidade de pessoas sinalizando as linhas (os Bandeirinhas), que corriam sérios riscos de intoxicação nesta tarefa. O sistema possui a capacidade de monitorar a quantidade aplicada, informando com mapas e relatórios o que foi realizado, permitindo avaliações e decisões mais eficientes por parte do piloto e do contratante. Ao mesmo tempo possibilita maior controle reduzindo o desperdício e a

probabilidade de acidentes ambientais

Segundo Agro Aérea Triângulo (2005) Com o passar dos anos e a crescente demanda pelos serviços da aviação agrícola o método das marcações das “bandeirinhas” além de tornar a operação lenta oferecia riscos de contaminação aos operadores estas características somadas a algumas outras contribuíram para uma importante evolução nas operações aeroagrícola que foi a utilização do DGPS (satélite) que apresenta as seguintes vantagens na operação:

Rapidez: pois não há necessidade de deslocar pessoal de área para área e possibilita ao piloto utilizar vários padrões de aplicação como Carrocel, para pivot, ou até aplicando em duas áreas ao mesmo tempo para agilizar o serviço;

Segurança: não há necessidade de bandeirinhas não havendo riscos de intoxicação dos balizadores e do próprio piloto pelos diversos padrões de aplicação;

Precisão: o equipamento fornece dados precisos e possibilita a emenda de aplicações com precisão e também interromper um serviço iniciar outras e retornar a anterior;

Economia: "dispensa os balizadores", aumentando a produtividade pela diminuição de tempo que era perdido com as mudanças de posição e áreas destes;

Além de tudo visto acima permite a gravação de todo o serviço com intervalo de 2 segundos mostrando a área real aplicada, se houve alguma falha de aplicação tudo em tempo real e velocidade em relação ao solo. Tudo isto pode ser acompanhado em computador (AGRO AÉREA TRIÂNGULO, 2005).

2.3.17 Negócios do Mercado

Nos anos 80 vários fatores como a elevação do custo do avião agrícola nacional e a redução do poder de compra dos operadores devido a uma agricultura pouco estimulada pelos governos têm levado a reposição de frota e mesmo expansão desta a se desenvolver num ritmo muito lento (PINHO et al, 1992).

A grande, senão a maior dificuldade que a aviação agrícola enfrenta no Brasil é a carência de pesquisas específicas realizada no país, ou melhor, ainda, nas regiões onde ela é empregada (CORRÊA, 1997).

O problema enfrentado pelo setor aeroagrícola brasileiro nos últimos anos também tem sua origem na falta de alternativas de materiais e equipamentos

que possibilitem custos de aquisição menores, ou ainda, que permitam um aumento de produtividade, quando em operação (PINHO et al, 1992).

Segundo Dantas (2004) no ano de 2003 com o crescimento no setor de agronegócios observaram-se uma mudança no perfil dos operadores aeroagrícola. Os produtores rurais passaram a investir na compra das próprias aeronaves, assumindo a pulverização aérea das fazendas e deixando de contratar serviços especializados de terceiros. Para se ter uma idéia dos 56 aviões vendidos pela Neiva em 2003, 80% foi para os produtores agrícolas.

A compra de aeronaves exige investimentos em infra-estrutura de apoio para a operação. Só com a construção de hangar, pista de grama, tanque para a armazenagem de combustível e fossa de descontaminação o proprietário chega a gastar até R\$ 70 mil, fora a caminhonete de apoio.

Os especialistas calculam que para um avião se pagar é necessário que ele voe pelo menos 15.000 hectares por safra. Ou seja, o avião só será viável para acima de 18.000 hectares. Para quem não tem uma grande área cultivada, mas quer uma aeronave a alternativa é prestar serviços a terceiros (DANTAS, 2004).

Segundo (Águas Claras Aviação, 2005) um dos grandes entraves para a “popularização”, da aeronave agrícola do Brasil é a dificuldade de aquisição afinal, um aparelho zero-quilômetro custa US\$ 219 mil. Os produtores do Brasil central têm à disposição o fundo constitucional do centro oeste que oferece condições de prazo e juros facilitados. Mas quem produz no sul ou sudeste precisa cercar todo o investimento do próprio bolso. Não por acaso, das 56 máquinas comercializadas pela Neiva, apenas uma destinou-se as duas regiões, vendida para São Paulo, apesar do preço elevado, é bom lembrar que o avião custa o equivalente a uma colheitadeira, portanto, por que também não pode ser incluído no financiamento do BNDS?

Comprar um avião que custa cerca de 16 mil sacas de soja é um privilégio de poucos. Por isso, resta aos demais a subcontratação de serviços de serviços de uma das 250 empresas de aviação agrícola distribuídas pelo país. Os preços variam de região para região conforme aplicação e tamanho da aérea. Quanto menor a área, menor o preço. A Taim aeroagrícola, de Rio Grande, RS, por exemplo, cobra R\$ 18,00 a R\$ 19,00 por hectare para herbicida, enquanto o inseticida e fungicida sai em torno de R\$ 20,00. E o plantio de arroz pré-geminado, R\$ 63,00.

Moderfrota

O projeto de Lei nº. 1.435, de julho, de autoria do deputado Wilson Santos (PSDB/MT), solicita a inclusão do avião no Moderfrota 2004 (para aquisição e modernização). O avião proporcionara aos agricultores, maior acesso ao importante recurso tecnológico (ÁGUAS CLARAS AVIAÇÃO, 2005).

O programa de financiamento do governo tem prazo de pagamento estendido de cinco a seis anos, e juros baixos, de 9,75% a 12,75% ao ano. Estimativas do Sindag acreditam que o país tenha potencial para manter Duas mil aeronaves agrícolas em funcionamento.

Vendas

Um dos principais clientes da Neiva no ano de 2003 foi o grupo Maggi, de Rondonópolis (MT), grande produtor de soja. A empresa comprou três Ipanema, o grupo pulveriza cerca de 115 mil hectares por ano, realizando em média três aplicações por safra. A Maggi possui sete aeronaves. “Para uma área do tamanho da nossa, é vantagem ter aviões”, avalia André Luiz Maggi, assistente operacional da agropecuária Maggi. “Ganhamos agilidade e qualidade e com o tempo o investimento acaba se pagando” (DANTAS, 2004).

Uma das principais razões para o crescimento das vendas do Ipanema foi à super safra da soja. A rapidez e a eficiência da pulverização aérea fizeram com que a ferrugem da soja, doença que chega a destruir um hectare por dia, devido a sua alta velocidade de propagação não prejudicasse a lavoura rendendo grandes lucros aos produtores. Além disso, o excesso de chuvas em 2002 prejudicou a atuação dos pulverizadores terrestres.

Existem dois vetores de crescimento que podem contribuir para o mercado de aviação agrícola que é o aumento da área plantada e aumento do número de aeronaves por unidade de área plantada.

Seguros

O mercado de seguros para a aviação agrícola esta em crescimento, um dos fatores que apontam para isto é a cultura de seguro dentro do segmento, muitas empresas aeroagricolas já colocaram em suas planilhas de custo e seguro do casco total.

Fatores importantes como os altos custos de investimentos em aviões caros, equipamentos e tecnologias sofisticadas tanto em aviões como em equipamentos e sistemas de vôo (DGPS) e no treinamento e aprimoramento de equipes técnicas, levaram o mercado a atingir um alto grau na segurança de vôo, tornando viáveis os valores investidos em prêmios de seguros (ESTRELLA, 2004).

2.3.18 Otimização da Produtividade

Pinho (1992) realizou um estudo visando à otimização da aeronave agrícola Ipanema EMB-201 A, cuja capacidade se restringia a alguns fatores entre eles vale a pena destacar alguns:

- Carga paga máxima 885 kg
- Capacidade do combustível 292 l
- Consumo de combustível 62 l/h
- Capacidade do tanque de produto 680 l

Algumas conclusões apresentadas por Pinho (1992):

- A produtividade aumenta com a diminuição da dosagem de aplicação e pouco se reduz pelo aumento da distância média entre as áreas (minimizar a distância média entre as áreas como forma de aumentar a produtividade do avião).

- A redução da distância média da pista de pouso às áreas promove acréscimos expressivos na produtividade.

- A produtividade aumenta com o aumento da largura da faixa de aplicação, sendo este acréscimo mais significativo à medida que se opera em classes de dosagens de aplicação mais baixas.

- O aumento do comprimento médio das áreas concorre de forma significativa para o aumento da produtividade. O acréscimo mais expressivo ocorre quando se opera em classes de dosagens de aplicações mais baixas.

- Observa-se que a produtividade não é praticamente afetada pelo

aumento da distância média entre as áreas, mas é positivamente influenciada pelo aumento da largura da faixa de aplicação, sendo este comportamento mais pronunciado quando se opera em dosagens de aplicação mais baixas.

- Estudos mostraram que a dosagem de aplicação interferiu no rendimento operacional.
- O recomendável seria operar em Baixo Volume (BV) e Ultra Baixo Volume (UBV), na dosagem de aplicação.
- As dosagens elevadas causaram uma perda do rendimento operacional.
- Os aviões que operam em médio e alto volume necessitam de uma faixa de largura superior a 25 metros, caso contrário apresentara uma redução significativa no seu rendimento operacional.

Tabela 2: Dosagem de aplicação

VOLUMES DE APLICAÇÃO

Técnica	l/ha.	ha/h
Alto volume (AV)	40-60	30-50
Baixo volume (BV)	10-30	60-70
Ultra Baixo Volume (UBV)	< 5	80-120

Fonte: UFRRJ, acidentes com agrotóxicos, 2005.

2.3.19 Planejamento

Uma atividade de aviação agrícola não se resume unicamente na operação do avião sobre uma determinada cultura. Todo um estudo anterior necessita ser feito no sentido de se observar as condições de infra-estrutura da região.

A atividade e a operação em aviação agrícola necessitam de um planejamento que envolva o trabalho em conjunto de uma equipe que envolva engenheiro agrônomo, piloto agrícola, técnico agrícola executor em aviação agrícola, auxiliar de mecânico de aeronaves, auxiliar de pista (CHRISTOFOLETTI, 1972).

Segundo (Pinho, 1992) o planejamento da área a ser tratada deverá prever:

- O comprimento da área (L) mais longo, reduzindo-se com

isso o tempo improdutivo com curvas e os riscos de acidente.

- A distância média entre as áreas (C) é um fator que pouco influencia no rendimento operacional.

O recomendável é que os coordenadores da atividade minimizem esse parâmetro visando reduzir os tempos improdutivos e os custos de operação, aumentando com isso, a eficiência da aplicação.

A diminuição da distância média da pista de pouso as áreas aumenta significativamente o rendimento operacional e o que mais influi no rendimento é o formato e não o tamanho médio das áreas.

2.3.20 Barreiras

A falta de pesquisas sobre o emprego de aplicação aérea é um fator que vem contribuindo para a lentidão do crescimento da aviação agrícola. Novas pesquisas e esforços estão sendo desenvolvidos para a criação ou reativação de um centro de referencia na aviação agrícola com o intuito de contribuir para a formação técnica do pessoal que trabalha nesta área, assim buscar novas alternativas para incrementar o setor.

Ao lado das oscilações do dólar, de impostos em cascata, de uma insuficiente política de incentivos agrícolas e de deformidades entre as leis estaduais e federais de proteção ambiental, o valor do combustível é apontado como um dos principais fatores para a inibição do desenvolvimento da aviação agrícola no Brasil (BARROS, 2002).

Um dos grandes fatores que contribuem para que a gasolina de aviação brasileira custe quase o dobro do valor com que ela chega aos aviões uruguaios e argentinos é sua vinculação ao CIDE, contribuição de intervenção no domínio econômico, um dispositivo constitucional que taxa o litro da gasolina de aviação em R\$ 0,50.

Até dois anos atrás a gasolina representava de 15 a 17% do custo da hora de vôo, hoje significa de 25 a 30%.

Tratando regularmente apenas cerca de 5% de sua área de produção, seu grau de tecnificação ainda esta longe de atingir níveis de países desenvolvidos como os Estados Unidos, por exemplo, cuja frota de aviação agrícola é composta por mais de 10 mil aparelhos (ESTRELLA, 2004).

Fatores como financiamento adequado, ingerência negativa do

poder público, com interrupção de programas vitais para a atividade, a ganância fiscal do governo tem dificultado o crescimento do setor.

As condições de baixo preço de grãos no mercado consumidor, além de condições climáticas adversas como a seca têm gerado a busca por novas oportunidades como mudança do momento de plantação de algumas culturas. Mas como o plantio das lavouras tem prazos inevitáveis, tem sido necessária uma adaptação da logística do fornecimento à logística dos consumidores.

III. ESTUDO DE CASO

3.1 Ipanema

No momento de abastecer o carro com álcool, comprar uma lata de óleo de soja no supermercado, ou até mesmo preparar o arroz que será servido no jantar, a maioria dos brasileiros talvez não faça idéia que o avião agrícola Ipanema, fabricado pela Neiva (subsidiária integral da Embraer), tenha alguma participação em tudo isso. Isto porque, o Ipanema é largamente utilizado no controle de pragas que atacam as lavouras de cana-de-açúcar, soja, milho, arroz, algodão, entre outras culturas. O Ipanema detém hoje 80% do mercado de aviões agrícolas do País e é um forte aliado do produtor rural em todas as regiões agrícolas do Brasil, contribuindo para o aumento da produtividade e competitividade da agricultura nacional. O avião é usado também para semeadura e aplicação de adubos, além de auxiliar no combate de incêndios em campos e florestas. Atualmente ele voa principalmente, nos estados de Mato Grosso - que detém a maior frota nacional do aparelho – São Paulo e Rio Grande do Sul.



Figura 1: Ipanema a gasolina

Fonte: Aeroneiva, 2005

O Ipanema é um monoposto de asa baixa. Sua fuselagem é toda construída com tubos metálicos de aço especial, que absorve impactos em caso de colisão, e os painéis externos são de fácil remoção de limpeza. O Ipanema possui ainda, ar condicionado, indicação visual de quantidade de produto no Hopper e sistema de pulverização eletrostática.

É impulsionado por um conjunto motopropulsor formado pelo motor Lycoming IO-540-K1J5, de 320 HP para o álcool e de 300 HP para a gasolina a 2700 RPM e hélice tripa Hartzell de velocidade constante. As rodas do trem de pouso de grande diâmetro e com grande distancia entre eixos proporcionam maior estabilidade na hora do pouso e da decolagem, além disso, o trem de pouso é do tipo convencional, não retrátil e de alta resistência.

O avião agrícola Ipanema é o campeão Brasileiro de vendas em seu segmento, e pode ser equipado com uma serie de opcionais; como o pulverizador eletrostático, o difusor de sólidos, e o sistema de posicionamento global DGPS nas versões a gasolina (AV_GAS) ou o álcool (AV_ALC) (AERONEIVA, 2005).

Os primeiros estudos para a fabricação do Ipanema começaram no ITA, em meados da década de 70, devido a preocupação com o atraso tecnológico do setor agrícola. Seguindo as linhas básicas do projeto do ITA, nasceu o Ipanema EMB 200 da Embraer com hélice de passo fixo e um motor Lycoming de 260 HP. Em seguida a Embraer lançou o EMB 200A com hélice de passo variável, que proporcionava ao aparelho uma série de vantagens, inclusive maior razão de subida. Em 1974, lançou no mercado o EMB 201. Ele conservava a hélice de passo variável e incorporava uma série de

modificações: motor de 300hp, rodas maiores (herdadas do Bandeirante), sistema de injeção direta de combustível, trem de pouso reforçado, cabina com maior visibilidade e capacidade de transportar carga paga de 750 kg.

Em 1975, o Ipanema se consolidou definitivamente no mercado interno. Nesse ano, o número de aviões agrícolas no Brasil quase duplicou, sendo produzidas 82 unidades do Ipanema. Em 1976, foram produzidas mais de uma centena de exemplares do avião agrícola nacional, todos comercializados no mercado interno. Atendendo a sugestão de diversos operadores, colocadas em um simpósio de Aviação Agrícola, a Embraer efetuou uma série de modificações no EMB 201 lançando uma nova versão do Ipanema, a quarta, denominada de EMB 201A. A montagem final desta aeronave foi transferida para a Indústria Aeronáutica Neiva, em março de 1980, após a companhia haver sido absorvida pela Embraer. A Neiva já havia sido contratada para fabricar a treliça e a Aerotec, desde o início fabricou as asas do avião agrícola. Mais de 1.000 Ipanema foram entregues e a nova versão, o EMB 202 Ipanemão, continua sendo produzida. Algumas unidades foram exportadas para o Uruguai e Bolívia.

Em março de 1992 foi lançado um novo modelo batizado de EMB 202 Ipanemão. Esta aeronave possui um reservatório de 40% maior que o de seus antecessores e capacidade de transportar 950 litros ou 750 kg de produtos químicos. O EMB 202 é também o primeiro avião agrícola do mundo a oferecer equipamento de pulverização eletrostático como opcional de fábrica. Para os proprietários de modelo Ipanema movido a gasolina, existe a opção de realizar a conversão do motor. Os kits começaram a serem entregues no primeiro trimestre de 2005 e atualmente a Neiva registra mais de 130 pedidos.

Segundo Espaço Aeronáutico, (2004) Os principais competidores do Ipanema são os aviões usados do mercado americano e os pulverizadores terrestres.

Diferencial do Ipanema sobre os pulverizadores terrestres:

- Velocidade de aplicação, o que é fundamental para determinadas pragas (ex. ferrugem da soja).
- Possibilidade de uso em todas as condições de solo (encharcado, irrigado, etc.).
- Ausência de danos diretos (amassamentos).
- Maior eficiência.

A Indústria Aeronáutica Neiva recebeu a certificação do Centro

Técnico Aeroespacial (CTA) para o Ipanema movido a 100% álcool hidratado no dia 19 de outubro de 2004. O Ipanema é o primeiro avião de série no mundo a sair de fábrica certificado para voar com este tipo de combustível. O motor movido a álcool permite um aumento em torno de 5% na potência, melhorando o desempenho geral do avião.

Segundo Zaccarelli apud Dantas (2002) O modelo mais recente transporta 950 litros ou 750 quilogramas de defensivos agrícolas. Aprimoramentos tornaram o avião veloz, seguro, produtivo e confortável. Ele foi submetido a uma verdadeira limpeza aerodinâmica. A entrada de ar do radiador foi modificada para diminuir o arrasto e a adoção de pneus intermediários entre dez e oito polegadas, além de diminuir o peso, permite a operação nas precárias pistas agrícolas brasileiras. O Ipanemão ganhou também um novo sistema de refrigeração da cabine e já sai de fábrica com *winglets*, que conferem maior estabilidade e contribuem na aplicação uniforme dos defensivos.



Figura 2: Ipanemão

Fonte: Aeroneiva, 2005

3.1.1 Diferencial do Ipanema

No sul do País, o Ipanema está envolvido em uma experiência de alto teor tecnológico: a pulverização eletrostática:

Um complexo equipamento opcional (de cerca de US\$ 30 mil), cujo licenciamento foi adquirido pela Neiva nos EUA, permite que cada partícula liberada pelos bicos pulverizadores fique carregada eletricamente e, assim seja atraída pela planta.

Isso proporciona cobertura completa pelo produto aplicado, difícil de ser obtida por outro método (aéreo ou terrestre), quando se considera a economia do

elemento ativo na solução aquosa: cerca de 10 litros por hectare, em vez de 40 ou 50 litros normais. O sistema foi certificado pelo CTA (Centro Técnico Aeroespacial) em 2001 e a Neiva é a única fábrica no mundo a deter essa licença. Os poucos que utilizam em outros países certificam avião por avião (REVISTA BANDEIRANTE, 2002).

O avião Ipanema apresenta a melhor distribuição, deposição e densidade de gotas sobre o alvo quando voa a uma altura de 4 a 5 metros em relação a este alvo. Nestas condições é essencial que os bicos que se situam embaixo de sua fuselagem (corpo) estejam funcionando adequadamente e no mesmo ângulo dos bicos das asas. Com estes bicos funcionando, se o avião voar abaixo da altura recomendada, teremos uma faixa de deposição (superposição de gotas) muito densa na parte central desta e se pelo contrário não estiverem funcionando os bicos de barriga do avião e o vôo for à altura recomendada acima, teremos uma área ou parte da faixa de deposição com falta de gotas, ocasionando o mau funcionamento do produto aplicado (CORRÊA, 1997).

3.2 Avião Movido a um Combustível Alternativo

3.2.1 Indústria Aeronáutica Neiva

Instalada em Botucatu, interior do estado de São Paulo, a Neiva é fabricante do avião agrícola e de componentes e subconjuntos para os Jatos Regionais Embraer da família 145 e 170, assim como para a linha de aviões militares, é certificada pela ISO 14001 e OHSAS 18001 (AERONEIVA, 2005).



Figura 3: Vista aérea da NEIVA

Fonte: Aeroneiva, 2005

A Indústria Aeronáutica Neiva foi fundada em 12 de outubro de 1954, por José Carlos de Barros Neiva, para projetar e produzir os planadores BN-1 e Neiva B Monitor. Inicialmente instalada no Aeroporto de Manguinhos, cidade do Rio de Janeiro, em 1956 foi transferida para Botucatu, no interior de São Paulo.

Em 1960 iniciou suas atividades de projetos em São José dos Campos, onde projetou, desenvolveu e comercializou com sucesso os aviões Paulistinha P-56, Regente U-42, Regente Elo L-42 e Universal T-25. A aeronave de treinamento militar Universal teve seu projeto e desenvolvimento iniciado em 1962. Em 11 de março de 1980 a Embraer assumiu o controle acionário da Neiva, transferindo para esta a engenharia e toda a produção de aviões leves Embraer e Ipanema (ESPAÇO AERONEIVA, 2004).

Em suas amplas e modernas instalações industriais em Botucatu-sp, são encontradas as condições necessárias para o elevado padrão de qualidade, segurança e confiabilidade de seus produtos, que tem sido ao longo do tempo a marca da Indústria Aeronáutica Neiva no Brasil e no exterior.

A infra-estrutura disponível inclui uma moderna prensa hidráulica, CNC (router), rebarbadora, estações de solda, tratamento de superfícies, pintura e usinagem, além de equipamentos de testes e medidas.

3.2.2 Projeto Antigo

Em 1985 o CTA (Centro Técnico Aeroespacial) realizou um estudo completo sobre a utilização do etanol como combustível de aviação. O motor convertido para etanol foi testado, em uma bancada de ensaios, durante 250 horas. Após, foi completamente desmontado e não foram constatados problemas de desgaste ou corrosão. No mesmo período, a Indústria Aeronáutica Neiva realizou estudos de adaptação da aeronave Ipanema (sistema de combustível).

Em 1986 uma aeronave T-25 (CTA) realizou um voo usando álcool como combustível, infelizmente, em 1987, todas estas pesquisas foram interrompidas.

Segundo (IEA, 2005) este projeto original tinha como objetivo desenvolver tecnologia para conversão de motores aeronáuticos a pistão para o uso do etanol (álcool etílico hidratado), oferecendo alternativa à gasolina de aviação (custo e disponibilidade), no intuito de reduzir o custo operacional da hora de voo. Ele foi iniciado

em 1980 e paralisado em 1989. O projeto realizou o primeiro vôo em dezembro de 1985 de uma aeronave T-25 Universal da FAB, a fim de demonstrar à sociedade a viabilidade técnica da conversão. O Projeto foi interrompido por razões econômicas, sendo algumas delas a redução do preço do petróleo e freqüentes crises no abastecimento de álcool, ocorridas nos anos 88 e 89.



Figura 4: T – 25

Fonte: CTA, 2005

O álcool iria favorecer o crescimento da frota da aviação geral (categoria de motor a pistão).

As principais metas alcançadas com o projeto foram:

- Conclusões dos ensaios de calibração em dinamômetro, quando se observou que o rendimento térmico do motor estava dentro da previsão (maior do que com a gasolina) e que a durabilidade é equivalente ao motor a gasolina (a potencia do motor com álcool é maior que a com gasolina, e as temperaturas das cabeças dos cilindros e do escapamento são menores).

Posteriormente, outros projetos foram desenvolvidos, um deles na Escola de Engenharia da Universidade Federal de São Carlos, que tem, até hoje um avião experimental movido a álcool, que voou por muito tempo para provar a viabilidade desse combustível em uso nos motores aeronáuticos.

Nos Estados Unidos, entretanto, esta tecnologia não é nenhuma novidade. A diferença entre o avião movido a álcool norte-americano e o protótipo brasileiro é que o primeiro utiliza álcool anidro e o segundo utiliza álcool hidratado.

3.2.3 EMB-202 Motor a Álcool

A Neiva em conjunto com o CTA retomou as rédeas de um programa iniciado com o Pro - Álcool, em meados dos anos 80, seguido por um hiato de mais de dez anos. O que ficou para trás esta longe de ser incipiente, pois ambos dispunham na época de bancadas de prova para o motor, estavam adiantados nos estudos de proteção contra a corrosão das tubulações, tanques e, principalmente, nas modificações vitais dos servo-injetores, bicos e outros componentes do sistema de combustível para a revolucionária conversão prevista (KLOTZEL, 2002).

A escolha do álcool baseou-se no fato de o Brasil ser um grande produtor deste tipo de combustível, que é extraído da cana-de-açúcar e tem sido usado pelos automóveis nacionais há mais de 20 anos. Isto faz do álcool de três a quatro vezes mais barato que a gasolina de aviação (Aviation Gasoline - "AvGas").

Além disto, motores de avião movidos a álcool são mais limpos e poluem menos que a gasolina de aviação porque não possui chumbo em sua composição, o que torna este combustível mais ecologicamente correto. A Neiva registrou o nome "AvAlc" (Aviation Alcohol) no Brasil para o uso desta fonte de energia.

Alguns outros fatores atuais parecem ajudar a difundir o álcool como combustível aeronáutico. Entre eles, a proibição, a partir de janeiro de 2005 do uso, na Europa, da gasolina aditivada com chumbo tetra-etila. E não somente a Europa se interessa pelo combustível obtido de fontes renováveis e de baixos níveis de poluição. A Austrália, a África do sul e o Canadá estão entre os interessados, com alguns programas preliminares, enquanto um quarto interessado, de peso na economia mundial, a China, poderá nele ingressar em breve (ESTRELLA, 2004).

3.2.4 Motor Lycoming

Segundo Klotzel (2002) quando foi iniciado o programa do álcool, tanto o CTA como a Neiva centraram suas pesquisas e experiências no motor aeronáutico de interesse imediato para suas atividades ou negócios. No caso, o conhecido modelo Lycoming IQ-540-K de 300 HP, cuja modificação para o álcool representaria não só uma significativa economia de operação para a frota nacional de aeronaves agrícolas como para

aquela formada pelos treinadores básicos Neiva T-25 Universal utilizados no programa de formação dos oficiais aviadores da Força Aérea Brasileira. Na Neiva, um dos objetivos maiores era de aumentar em cerca de 10% a potencia dos Lycoming IO-540-K1J5D de serie, algo possível com o uso do álcool, uma medida que se tornava necessária diante das condições de maior flexibilidade de carregamento do hopper (tanque de produtos) de 950 litros aumentando a capacidade da aeronave.

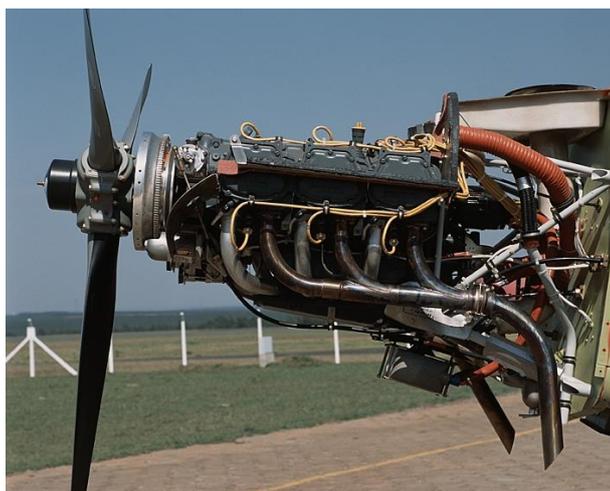


Figura 5: Motor Lycoming

Fonte: Aeroneiva, 2005

O profundo envolvimento do CTA no Pró-Álcool visando à utilização do álcool extraído da cana-de-açúcar como combustível para a frota nacional de veículos automotores não passou ao largo dos motores aeronáuticos. A Neiva se interessou de imediato pela possibilidade de motorizar seus modelos de fabrica e eventualmente aqueles em operação mediante retrofit - com um combustível alternativo que, no caso agrícola Ipanema, lhe falava tão de perto, por sua íntima ligação com as atividades do campo e também de canaviais e suas destilarias. No entanto, o maior interesse da Neiva no sucesso do motor aeronáutico a álcool vai além de dotar o país de uma alternativa viável para o combustível fóssil tão cobrada pelos ambientalistas.

Ele se identifica com a preocupação de todos os países onde a aviação geral sempre foi uma atividade dinâmica, que passou a ser ameaçada pelo crescente preço, e até pela falta de disponibilidade da gasolina de aviação.

A diferença entre os R\$ 3,30 por litro de AVGAS e os apenas R\$ 0,82 do álcool representa uma revolução no custo operacional de boa parte da nossa frota de aviação geral (KLOTZEL, 2002).



Figura 6: Ipanemão em vôo

Fonte: Aeroneiva, 2005

3.2.5 Objetivos da Empresa

- É poder oferecer um combustível alternativo aos clientes, de maneira segura, eficiente e legalizada.
- Desenvolver um motor a álcool, baseado na experiência adquirida pelo CTA, na década de 80.
- Homologar este motor para uso aeronáutico.
- Adaptar a aeronave Ipanema para sua utilização.
- Possibilitar a diminuição dos custos da aviação geral e da aviação agrícola, proporcionando maior viabilidade econômica.

3.2.6 Vantagens do Álcool

- Não agride o meio ambiente.
- Motor roda mais frio.
- Aumento de potência.
- Diminuição considerável do custo operacional.

Tabela 3: Comparações de custos do combustível

<u>Aplicações Aeroagrícolas</u>		
<u>Custo do Combustível em R\$ - EMB-202 Ipanema</u>		
	ÁLCOOL	GASOLINA
Data base	Dez/05	Dez/05
Custo/hora	R\$ 126,49	R\$ 280,00
Dados Básicos p/ Cálculos		
Consumo de combustível (litro/hora)	91	70
Preço médio do combustível (Botucatu-SP)	R\$ 1,39	R\$ 4,00
Média de horas voadas / ano/ avião	400	400
Custo total de combustível / ano / avião	R\$ 50.596,00	R\$ 112.000,00
Economia ano/avião álcool	R\$ 61.404,00	
Frota Nacional do Ipanema	800 unidades	
Economia / ano / frota	R\$ 49.123.200,00	

Fonte: (Indústria Aeronáutica Neiva)

A Tabela 3 compara os gastos com combustível, simulando uma aplicação aérea de 400 horas de voo. A grande diferença encontrada é explicada devida a grande diferença no preço de custo do álcool em relação à gasolina. A desvantagem do motor a álcool de possuir um maior consumo em relação ao motor a gasolina é compensada através do custo final onde o álcool contribui para a redução dos custos operacionais.

Tabela 4: Custos operacionais para o produtor

EMB-202A Ipanema a Álcool		EMB-202 Ipanema a Gasolina	
a) Custos Diretos		a) Custos Diretos	
Combustível (1)	R\$ 90,00	Combustível (1)	R\$ 280,00
Óleo (2)	R\$ 5,00	Óleo (2)	R\$ 5,00
Total (1 + 2) =	R\$ 95,00	Total (1 + 2) =	R\$ 285,00
b) Custos de Manutenção		b) Custos de Manutenção	
Mão de Obra	R\$ 12,00	Mão de Obra	R\$ 12,00
EMB-202A Ipanema a Álcool		EMB-202 Ipanema a Gasolina	
Peças de Reposição	R\$ 12,00	Peças de Reposição	R\$ 12,00
Reservas Revisão	R\$ 3,60	Reservas Revisão	R\$ 3,60
Motor	R\$ 41,66	Motor	R\$ 41,66
Hélice	R\$ 4,50	Hélice	R\$ 4,50
Acess. do Motor	R\$ 15,00	Acess. do Motor	R\$ 15,00
Total (b)	R\$ 88,76	Total (b)	R\$ 88,76
Total (a + b) =	R\$ 183,76	Total (a + b) =	R\$ 373,76
Custos Indiretos		Custos Indiretos	
Piloto (autônomo)	R\$ 100.000,00	Piloto (autônomo)	R\$ 100.000,00
Amortização (50% em 10 anos)	R\$ 34.600,00	Amortização (50% em 10 anos)	R\$ 34.600,00
Juros sobre 80% do capital 10,75% ano	R\$ 66.220,00	Juros sobre 80% do capital 10,75% ano	R\$ 66.220,00
Seguro anual 4% do valor do Bem	R\$ 27.600,00	Seguro anual 4% do valor do Bem	R\$ 27.400,00
Total de Custos Indiretos 500 horas	R\$ 228.420,00	Total de custos Indiretos 500 horas	R\$ 228.220,00
Total de Custos Ind. p/hora > 500h	R\$ 456,84	Total de Custos Ind. p/hora > 500h	R\$ 456,44
Custos Totais p/hora voada	R\$ 640,60	Custos Totais p/hora voada	R\$ 830,20

Fonte: (Indústria Aeronáutica Neiva) data base Junho/05

3.2.7 Desvantagens do Álcool

- Maior consumo.
- É mais corrosivo do que a “AVGAS”.
- Maior densidade – AVGAS 0,72 X etanol 96° GL 0,82.
- Higroscópio – absorve água.
- Etanol é menos volátil – afeta a partida do motor em temperaturas baixas.

3.2.8 Processo de Certificação

- Desenvolvido junto ao CTA/IFI – H.02-2116-0.
- INICIO: Outubro de 2002.
- Previsão de término: Outubro de 2004.
- Etapas da certificação:
 - Ensaios de certificação do motor - Outubro de 2004;
 - Ensaios certificação Célula – Outubro de 2004.
- Ensaios - Requisitos Neiva – Dezembro de 2004.
- Entregas Aeronaves – Dezembro de 2004/ Janeiro 2005.

3.2.9 Parceiros no Processo de Certificação

- Lycoming – Apoio Técnico.
- Hartzell – Execução de ensaios de Vibração de Hélice.
- Precision – Desenvolvimento da Injetora de Combustível.
- Oldi – Desenvolvimento de componentes (Filtro e seletora de combustível).
- Oreste Berta S.A/ Instituto Pesquisas Mauá / Vortex Motores / JPS Motores – Execução de ensaios de bancada.
- GM do Brasil – Consultoria sobre corrosão.
- IAE/ASAp – Consultoria em ensaios de bancada (motor).

3.2.10 Principais Modificações

- Substituição da injetora de combustível.
- Substituição da bomba elétrica de combustível.
- Incorporação do sistema de partida para temperaturas baixas.
- Proteção interna anticorrosiva no tanque de combustível.
- Substituição do filtro de combustível.
- Válvula seletora e liquidômetro com proteção anticorrosiva.
- Novos compostos para juntas de vedação e diafragmas.
- Substituição de mangueiras, drenos e linhas de transmissão.

3.2.11 Álcool X Segurança de Vôo

- Não utilizar a mesma injetora.
- Armazenar adequadamente o álcool.
- Não utilizar o álcool sem as devidas proteções anti-corrosivas incorporadas no sistema de combustível.
- Atenção especial para vazões e pressões do sistema de combustível, certamente não são as mesmas para a AVGAS.
- O álcool de ser o 96° GL (AEHC), pois apresenta menor grau de higroscópia. Não utilizar o álcool anidro.
- Portanto, o vôo com álcool é coisa séria e deve ser feito somente em aeronave certificada!

3.2.12 Dificuldades no Desenvolvimento e Certificação

Durante os testes realizados em bancada com o motor algumas dificuldades que surgiram aumentaram os desafios do projeto do avião movido a álcool. A principal dificuldade foi controlar a corrosão dos componentes internos causada pelo álcool, que ocasionava o aparecimento de um gel, o qual poderia causar um bloqueio na passagem do fluxo de combustível para o motor. Temporariamente foram interrompidos os ensaios de certificação, pois necessitava buscar novas alternativas de componentes em

conjunto com os parceiros para eliminar a corrosão.

Com o desenvolvimento de uma nova bomba mecânica de combustível necessitou de um novo sistema de injetora para operar com o álcool para solucionar problemas de pressão / fluxo de combustível. Os testes de certificação seguiram todas as recomendações exigidas pelo CTA (Centro Técnico Aeroespacial) que no caso das injetoras exigiu que os ensaios fossem realizados com injetoras representativas de série passando inclusive pela inspeção de conformidade do FAA (Federal Aviation Administration).

Quadro 2: Testes de Certificação

MOTOR	CÉLULA
Calibração	Vibração Torcional (hélice)
Detonação	Análise Estrutural do Berço do Motor
Operação	Ensaio de Proteção Superficial
Requisitos Adicionais	“Cooling” (resfriamento)
Ensaio de Durabilidade	Sistema de Combustível
Vibração Torcional	
Desmontagem e Inspeção	

Fonte: Indústria Aeronáutica Neiva

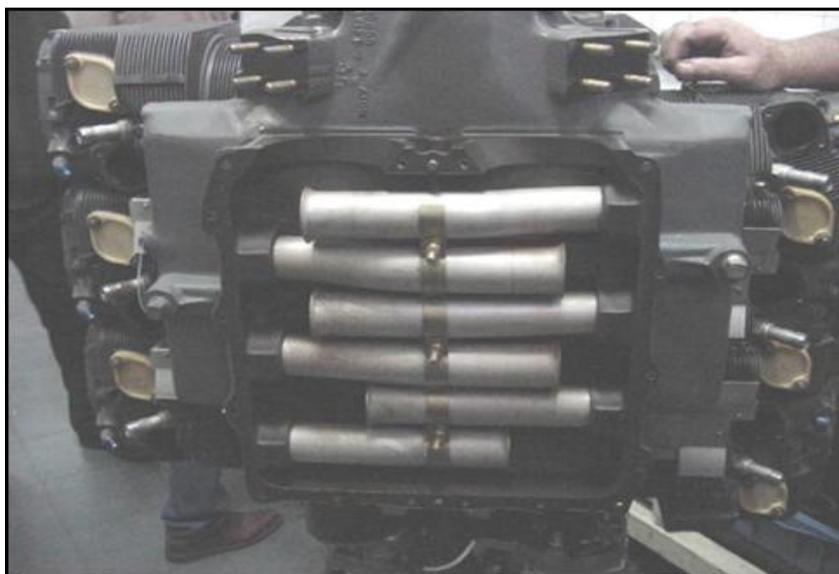


Figura 7: Desmontagem, Certificação do motor.

Fonte: Indústria Aeronáutica Neiva (Vortex Motores)



Figura 8: Inspeção dos Componentes do motor após desmontagem

Fonte: indústria aeronáutica Neiva (Vortex Motores).

3.2.13 Feed-Back Avião Ipanema Álcool

O empresário Pedro Paulo Formel, que adquiriu o primeiro Ipanema a álcool, disse que o novo avião representa redução de custos e maior produtividade. “O álcool é um produto nobre, além de melhorar o desempenho operacional da aeronave, não é poluente. Teremos uma grande economia com esta nova aquisição”, disse Formel que é sócio proprietário de uma empresa no estado do Mato Grosso. O grupo tem cinco aviões Ipanema que prestam serviços rurais no controle de pragas na lavoura.

3.2.14 Prêmios

A tecnologia do uso de álcool combustível para aviação utilizada no modelo Ipanema, da Neiva, obteve reconhecimento com a obtenção de dois importantes prêmios. A iniciativa recebeu um troféu ouro do premio Gerdau melhores da terra, na categoria novidade. Essa distinção é realizada há 23 anos, com o objetivo de avaliar os fabricantes de maquinas e equipamentos agrícolas e sua contribuição no campo de inovação tecnológica para o setor. A entrega do troféu foi realizada durante a Espointer em Esteio(RS), no final de agosto de 2005, em junho durante o salão aeronáutico de Paris, o Ipanema já havia recebido o premio da industria aeronáutica na categoria aviação geral, distribuído pela revista *Flight Internacional* (AERONEIVA, 2005).

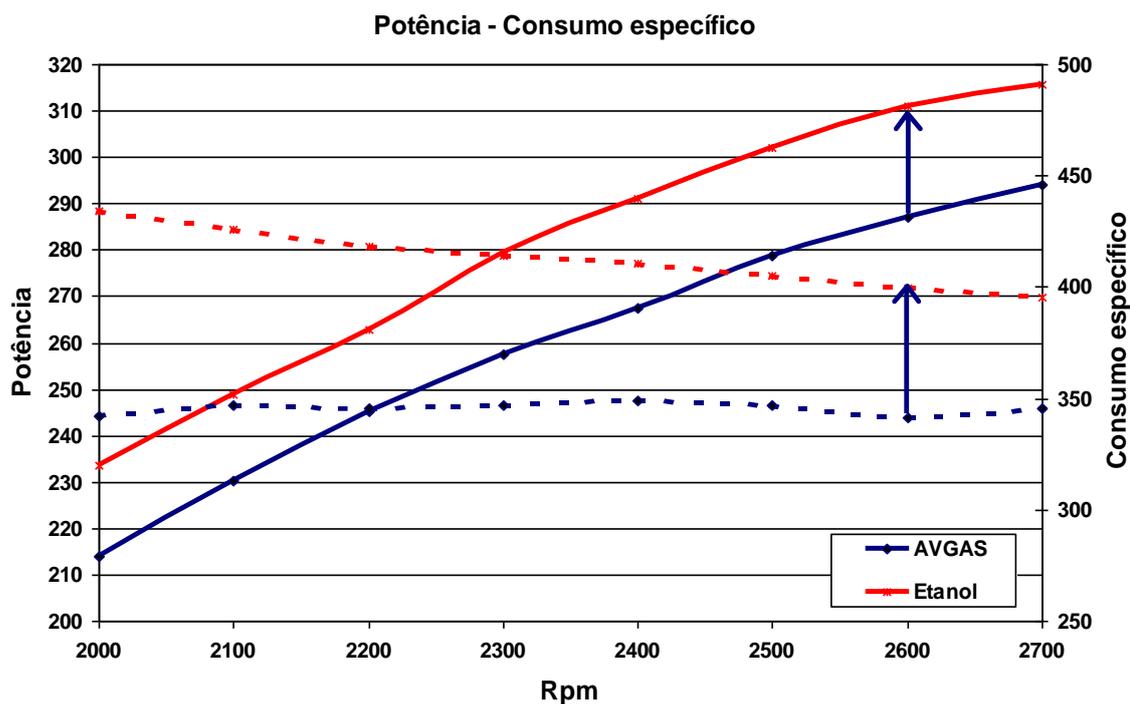


Figura 9: Gráfico (Potência x Consumo).

Fonte: Indústria Aeronáutica Neiva

O gráfico (potência x consumo) comprova a maior potência alcançada no motor movido a álcool comparando com o motor a gasolina o aumento da potência traz como consequência um aumento no consumo, mas devido a grande diferença no custo do álcool em comparação com a gasolina, o avião Ipanema álcool tornou-se uma inovação importante para o auxílio na redução dos custos operacionais.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Benefícios do Avião a Álcool

4.1.1 Menor Poluição Ambiental

Segundo Aeroalcool, (2005) o álcool, por ser um combustível de origem vegetal, fecha o ciclo de emissão, pois o que gera de gás carbônico é proporcional à quantidade seqüestrada pelas plantações de cana-de-açúcar, sua matéria prima.

A gasolina aeronáutica tem elevada octanagem, devido as grandes quantidades de chumbo presentes em sua composição. Isso gera, após o processo de queima, a emissão de compostos extremamente nocivos à saúde e ao meio ambiente, em níveis maiores que o da gasolina automotiva. Países desenvolvidos e com, maior percepção ecológica, possuem uma tendência clara ao gradativo desuso da gasolina aeronáutica ou, talvez, sobretaxem o combustível de forma severa para compensar os danos ambientais.

4.1.2 Maior Durabilidade do Motor

O fato da combustão do álcool ser mais lenta que a gasolina, provoca menor esforço mecânico do motor, aumentando consideravelmente a durabilidade dos componentes. O álcool não ataca o óleo lubrificante que, desta forma, mantém suas propriedades por maior intervalo, otimizando a durabilidade.

Dados preliminares, obtidos dos motores em vôo e associados aos relacionados à indústria automobilística, indicam que o tempo médio de recondicionamento poderá dobrar, significando uma boa redução de custos para o operador.

4.1.3 Aumento da Potência do Motor

A existência de um átomo de oxigênio na molécula do álcool, associado à velocidade de combustão baixa, permite que o motor aumente a potencia com a simples troca de combustível. A frota aeronáutica brasileira sofre com a falta de potencia dos motores, em função da elevada umidade e temperatura.

Nos motores aeronáuticos envolvidos neste projeto, o aumento pode chegar a 20% em conversões mais elaboradas, tendo um mínimo garantido de 8%. Como a combustão do álcool é lenta, o aumento de potencia não afeta a durabilidade do motor.

4.1.4 Menor Custo Operacional

O litro de álcool atualmente custa de R\$ 1,10 a R\$ 1,29 contra R\$ 3,80 a R\$ 4,00 da gasolina aeronáutica. Considerando o consumo médio dos motores a pistão mais utilizados no mercado de aviação (65 litros por hora), isto significa uma sensível redução de custos operacionais. O aumento da durabilidade do motor, descrito anteriormente, diminui ainda mais esses custos.

4.1.5 Menor Pressão de Vapor

A menor pressão do vapor do álcool aumenta a segurança, pois evita a formação de bolhas de vapor na tubulação de alimentação da aeronave.

Esse fenômeno causas vários acidentes graves anualmente no Brasil, principalmente em regiões de clima quente, onde a gasolina vaporiza dentro da tubulação, em regiões de clima quente, onde a gasolina vaporiza dentro da tubulação, causando um bloqueio na passagem do fluxo.

A possibilidade de formação de vapores explosivos, no caso de vazamentos, é menor com o uso do álcool.

4.1.6 Combustão Mais Lenta

A menor velocidade de combustão diminuiu esforços mecânicos causadores de fadiga nos componentes do motor e hélice e, portanto, suaviza o funcionamento do motor, aumentando a vida útil e a segurança de operação.

4.1.7 Melhor Logística

A produção de álcool hidratado acontece em todo território brasileiro e, portanto, sua distribuição é fácil e mais barata que a da gasolina aeronáutica, que é produzida apenas em uma refinaria (Cubatão/SP). Isto gera aumento dos custos de transporte, da gasolina de aviação para as regiões do Norte, Centro Oeste e Nordeste do país. Nas regiões citadas, o álcool é largamente produzido e seu custo é menor do que no sul e sudeste.

O uso do álcool por aeronaves nesses mercados incentivará o consumo do combustível na região produtora.

4.1.8 Geração de Empregos

O álcool é gerador de empregos diretos no campo, absorvendo mão-de-obra de pouca qualificação para a extração de matéria-prima proveniente de grandes plantações de cana-de-açúcar e, também, no processo de industrialização.

4.1.9 Maior Segurança

O álcool possui um oxigênio em sua molécula e, por isso, consegue manter uma condição estável de queima, numa faixa de mistura mais ampla que a gasolina.

Esse fator, aliado a baixa velocidade de combustão, torna-o mais seguro, pois admite grandes variações de fluxo, que em motores a gasolina poderiam causar paradas no motor.

Assim, problemas de entupimento do sistema ou em bombas de combustível provavelmente serão mais tolerados no motor a álcool que nos da gasolina.

4.1.10 Tolerância à Água

O álcool, por ser uma molécula polar, tem compatibilidade completa com a água, com a qual se mistura perfeitamente. Os motores em campo demonstraram grande tolerância à água e misturas com até 18% conseguiram manter o motor em funcionamento.

Portanto, pequenas quantidades de água condensadas durante a noite, eventuais contaminações de chuva ou de lavagens da aeronave não deverão ser suficientes para causar parada no motor. Devido à compatibilidade da água com o álcool não será mais necessário fazer os procedimentos de drenagem dos tanques com a mesma frequência dos motores a gasolina.

Atenção: O percentual de água existente no álcool hidratado, para o correto funcionamento do motor é estabelecido de acordo com normas rígidas de controle de qualidade pela indústria produtora. A utilização de água em percentual superior aos níveis estabelecidos danifica gradativamente os motores, colocando em risco o correto funcionamento do mesmo, além de ficar fora dos parâmetros estabelecidos em sua homologação (Aeroálcool, 2005).



Figura 10: Desenvolvimento do motor Orestes Berta

Fonte: Indústria Aeronáutica Neiva

4.1.11 Desempenho

Tabela 5: Desempenho com os combustíveis

DESEMPENHO (configuração limpa – condições isa):		
Velocidades (altitude de 6000 pés)	GASOLINA	ÁLCOOL
Cruzeiro a 75% da PMC	214 Km/h (133mph)	222 Km/h (138mph)
Cruzeiro a 65% da PMC	198 Km/h (123mph)	204 Km/h (127mph)
Estol com flape a 30%	88 Km/h (55mph)	88 Km/h (55mph)
Alcance (altitude de 600 pés)		
Regime de 65% da PMC sem reservas	938 km	610 km
Consumo de combustível (melhor potencia)		
Regime de 75% da PMC	69 litros/h (18,1 US gal.)	98 litros/h (26 US gal.)
Regime de 65% da PMC	60 litros/h (16,0 US gal.)	91,2 litros (24 US gal.)
Distância de Decolagem (nível do mar, pista pavimentada).		
Corrida no Solo	354m	329m
Com obstáculos de 15m	564m	524m
Distância da Aterragem (nível do mar, pista pavimentada).		
Corrida no solo	170m	170m
Com obstáculos de 15m	476m	476m

Fonte: Aeroneiva.

4.1.12 Conversão de Motores

A possibilidade de conversão de motores foi lançada junto com o novo modelo. De acordo com a Neiva já foram comercializadas 130 conversões para os proprietários que buscam reduzir o custo operacional da aeronave, além do ganho de potencia e menor tempo de manutenção. O número de conversões até o presente momento surpreende, pois os produtores estão buscando a redução dos custos operacionais através

da utilização do álcool. Num universo de 800 aeronaves 400 possuem potencial de conversão (CAMPOS, 2005).

O proprietário que quiser converter seu Ipanema tem de entrar na fila e espera de seis a oito meses para que a conversão seja realizada.

A Neiva visando diminuir este tempo de espera e aumentar seu nível de atendimento ao cliente buscou novas alternativas da conversão do motor onde se observou a necessidade de descentralizar as conversões. Através de treinamentos e recursos técnicos oferecidos foi montada uma rede de assistência técnica autorizada, observando-se a logística de seus clientes.

Atualmente já foram concretizadas aproximadamente 86 conversões a um custo de US\$ 27 mil. Além da própria Neiva as conversões podem ser feitas no Mato Grosso, Mato grosso do Sul, Goiás, Paraná e Rio Grande do Sul.

V. CONCLUSÕES

A atividade aeroagrícola tem grande importância para a economia do País, garantindo a produtividade no campo através de uma grande eficiência na pulverização aérea. A atividade exige grande conhecimento técnico e planejamento logístico durante toda a operação.

As freqüentes altas do petróleo (45% nos últimos 12 meses) assombraram a economia mundial em especial o setor aéreo onde segundo projeções de executivos da Embraer apontaram que para cada US\$ 0,01 a mais no preço do querosene de aviação representaria um custo adicional de US\$ 186 milhões para as companhias aéreas. A diminuição da dependência em relação ao petróleo, que esta sempre exposto a conflitos em locais de produção ou a desastres naturais como recentemente aconteceu no caso do furacão Katrina, coloca a utilização do álcool uma alternativa importante para a aviação.

A rapidez, eficiência, praticidade e a economia são os grandes atrativos da aviação agrícola comparada à aplicação terrestre.

O setor ainda é pouco desenvolvido comparado aos Estados Unidos onde a aviação agrícola é largamente utilizada. Alguns fatores como a insuficiente política de incentivos agrícolas e uma legislação atrasada barram o crescimento.

A carência de pesquisas pode ser resolvida através da busca por novos centros de tecnologias como o núcleo de tecnologia aeroagrícola da FCA, em Botucatu-SP, que se encontra em negociações junto à prefeitura do município para que no futuro possa desenvolver atividades de pesquisa e extensão com a utilização da aviação agrícola. Outra iniciativa importante para o setor que esta em fase final de estudos é a reativação da Fazenda Ipanema em Iperó, no interior do estado de São Paulo, que no passado foi um importante pólo de formação de pilotos e que agora deverá abrigar o primeiro curso de piloto de combate a incêndio.

A aviação agrícola dependente dos resultados obtidos nos agronegócios. O grande desenvolvimento do setor principalmente no ano de 2003, deve-se principalmente a forte demanda mundial por commodities e preços elevados que proporcionaram aos produtores investir na compra de aeronaves. A desvalorização da moeda causa uma diminuição dos lucros dos produtores inibindo o investimento.

A frota atual não atende as necessidades da demanda é necessário aumentar o número de aeronaves, facilitando a aquisição através de melhores condições de financiamentos.

O artigo 13 do decreto lei 86.765, 22 de dezembro de 1981, traz uma limitação para os operadores aeroagrícolas privados de realizar operações remuneradas ou em benefício de terceiros, tal restrição dificulta a compra de aeronaves por parte dos proprietários que não dispõe de uma grande propriedade que tenha grande utilização da aeronave. Talvez a solução esteja na formação de cooperativas legalizadas por parte dos produtores de uma mesma região.

O avião Ipanema exerce domínio no mercado através do seu desempenho e a busca por novas tecnologias que facilitem a vida dos operadores como exemplo disso a conquista da pulverização eletrostática e a opção do motor a álcool o primeiro no mundo.

A utilização do álcool na aviação é um importante instrumento para auxiliar na redução dos custos operacionais no setor de aviação agrícola, além de induzir a geração de emprego, renda de produção e difusão de tecnologia deste grande diferencial ambiental.

A conquista da certificação do motor a álcool pela Neiva abriu as portas para novos estudos do uso do álcool na aviação. O CTA esta em fase final de testes para certificação do motor a álcool a ser utilizados em aeronaves militares equipadas com

motor a pistão, o T-25 Universal – aeronave de instrução primária e básica dos cadetes da academia da força aérea, já realiza vôos com o novo combustível.

Um projeto mais ambicioso já começa a ganhar força o CTA em conjunto com a empresa italiana Magneti Marelli (precursora do sistema flex para automóveis) estão formalizando a parceria para o desenvolvimento de um sistema eletrônico de motor com aplicação aeronáutica, com a finalidade de tornar a aeronave flex-fuel, com capacidade de operar tanto com gasolina automotiva, querosene de aviação e álcool.

A escassez e o alto custo da gasolina de aviação tornaram o projeto prioritário para a Aeronáutica, além de abrir a possibilidade de exportar a tecnologia do motor e o combustível para outros países.

As grandes dificuldades encontradas na execução deste trabalho foram, a pequena quantidade de material técnico na área e o curto tempo disponível para sua execução que impossibilitou executar estudos mais aprofundados.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMATO, F. Parceria criará avião “flex-fuel”, agencia folha Novembro de 2005.

BALLOU, R.H. Logística Empresarial, Transportes, Administração de Materiais, Distribuição Física, Editora Atlas, São Paulo, 1993.

BARROS, R. Potencial Pulverizado, Revista Aero Magazine, ano 9, nº. 102, Novembro de 2002.

CAMPOS, E. Avião movido a álcool ganha mercado, Ivest News, Outubro de 2005.

CHRISTOFOLETTI, J.C. Aviação Agrícola, curso extracurricular promovido pelo departamento de Engenharia Rural da F.C.M.B. B, Botucatu, 1972.

CHRISTOPHER, M. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, Estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços, 1992.

CLAYTON, J. Controle da “Ferrugem Asiática da Soja” usando atomizadores rotativos Micronair, AG (update latinoamerica), volume 8, nº. 4, Julho/Agosto, 2005.

CHING, H. Y. Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada- Supply chain, Editora Atlas, São Paulo, 2001.

CONAB, (Companhia Nacional de Abastecimento), estimativa de safra 2003/2004 e 2004/2005 disponível em www.conab.org.br acesso em 25/10/2005.

CORRÊA, A. A. M (Cel.av.) Piloto agrícola, o homen dos sete instrumentos. Guia de

Aviação Agrícola, 10ª edição, Outubro de 2004.

CORRÊA, H.G. Otimização da aplicação aérea de defensivos na cultura da banana, com a utilização da espectrofotometria de absorção atômica. Dissertação de Mestrado da Universidade Estadual Paulista da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Fevereiro de 1997.

COSTA, E.M. Curso de Aviação Agrícola Vol. 1, Vol. 2, Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Engenharia Rural, Divisão de Aviação Agrícola, Junho de 1974.

DANTAS, E. Campo de Provas, Revista Aero Magazine, ano 9, nº.102, Novembro de 2002.

DANTAS, E. Preferência Nacional, Revista Aero Magazine ano 9, nº 102, Novembro de 2002.

DANTAS, E. Frota Particular, Revista Aero Magazine ano 10, nº. 118, Março de 2004.

ESPAÇO AERONEIVA, Avião Agrícola Ipanema, informativo da ADC Neiva, ano III, nº.6, Outubro de 2004.

ESTRELLA, H. Nova visão tem garantia forte de produção, Guia de Aviação Agrícola, 10ª edição, Outubro de 2004.

JORNAL VALE PARAIBAINO, Avião a álcool faz primeiro vôo, São José dos Campos, Outubro de 2005.

KLOTZEL, E. Agora é Oficial, Revista Aero Magazine, ano 9, nº.102, Novembro de 2002.

KOBAYASHI, S. Renovação da Logística, Editora Atlas, São Paulo, 2000.

MATTOS, B. Revolução Agrícola, Histórico da Embraer em fascículos, 1969-1976.

MONTEIRO, M.V. Avião Agrícola Combate a Dengue com sucesso, Espaço Aeroneiva, informativo da ADC Neiva, ano II, nº.2, Abril de 2003.

MOURA, R. Ipanema um avião que faz parte da vida dos brasileiros, Embraer Noticias, ano 3, nº.26, Abril 2005.

NEIVA, INDÚSTRIA AERONÁUTICA, Apresentação realizada no Contaero sobre o Ipanema, EMB-202 Motor a álcool, Contaero 2005.

NOVAES, A. G. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição, estratégia, operação e avaliação, Campus, Rio de Janeiro, 2001.

PINHO, M.S.S. Otimização do desempenho operacional da aeronave agrícola Ipanema EMB, 201A. Dissertação de Mestrado da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de ciências Agrônômicas, 1992.

QUANTICK, H.R. Manual Del Piloto Agrícola, Madrid, 1990.

REVISTA BANDEIRANTE ano 33, n°. 705, 30 anos de Ipanema, Fevereiro de 2002.

REVISTA BANDEIRANTE ano 34, n°. 715, Eu navegarei pelo ar, Julho de 2003.

SANTOS, R. D. A marca do pioneirismo, Revista Bandeirante, ano 35, n°. 719, Março de 2005.

SILVEIRA, V. Brasil terá avião flex-fuel, Gazeta Mercantil, Novembro de 2005.

SILVEIRA, V.R. Cenário atual de aviação agrícola no Brasil, Tese de Mestrado no Curso de Pós-Graduação, do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2004.

ZAFALON, M. Agronegócio a saída par o Brasil, Folha de São Paulo, 13/09/05.

AERONAUTAS-SINDICATO NACIONAL DOS AERONAUTAS:
http://www.aeronautas.org.br/conjunt/voto_mdefesa.html Vantagens da pulverização aérea, acesso em 01/11/2005.

AERONEIVA: <http://www.aeroneiva.com.br> acesso em 11/09/2005.

Pagina Principal, disponível em:

<http://www.aeroneiva.com.br/site/content/home/default.asp> acesso em 11/09/2005.

Apresentação da Empresa, acesso em 11/09/2005, disponível em:

http://www.aeroneiva.com.br/site/content/empresa/empresa_apresentacao.asp

Tecnologias, acesso 11/09/2005, disponível em:

http://www.aeroneiva.com.br/site/content/empresa/empresa_tec_eng.asp

Apresentação do Ipanema, acesso em 11/09/2005, disponível em:

http://www.aeroneiva.com.br/site/content/produtos/produtos_ipanema_apresentacao.asp

Evolução do Ipanema, acesso em 11/09/2005, disponível em:

http://www.aeroneiva.com.br/site/content/produtos/produtos_ipanema_evolucao.asp

Dados técnicos, acesso em 11/09/2005, disponível em:

http://www.aeroneiva.com.br/site/content/produtos/produtos_dados.asp

Vantagens da pulverização aérea, acesso em 11/09/2005, disponível em:

http://www.aeroneiva.com.br/site/content/produtos/produtos_vant_pulv.asp

Vantagens da utilização do álcool, acesso em 11/09/2005, disponível em:

http://www.aeroneiva.com.br/site/content/produtos/produtos_vant_alc.asp

Assistência técnica, acesso em 11/09/2005, disponível em:

http://www.aeroneiva.com.br/site/content/comercial_assistencia.asp

Políticas de financiamentos, acesso em 11/09/2005, disponível em:

http://www.aeroneiva.com.br/site/content/comercial/comercial_financiamentos.asp

Noticias publicada pela imprensa, acesso em 11/09/2005 disponível em:

http://www.aeroneiva.com.br/site/content/noticias/noticias_detalhe.asp?pagina_atual=2

http://www.aeroneiva.com.br/site/content/noticias/noticias_detalhe.asp?pagina_atual=3

http://www.aeroneiva.com.br/site/content/noticias/noticias_detalhe.asp?pagina_atual=5

http://www.aeroneiva.com.br/site/content/noticias/noticias_detalhe.asp?pagina_atual=8

http://www.aeroneiva.com.br/site/content/noticias/noticias_detalhe.asp?pagina_atual=9

AEROALCOOL: <http://www.aeroalcoo.com.br> acesso em 30/10/2005.

Histórico, acesso em 31/10/2005, disponível em:

<http://www.aeroalcool.com.br/historico.htm>

Vantagens do motor álcool, acesso em 31/10/2005, disponível em:

<http://www.aeroalcool.com.br/vantagem.htm>

AGRO AEREA TRIÂNGULO: <http://www.agroaereatriangulo.com.br>

Vantagens, acesso em 24/10/2005, disponível em:

<http://www.agroaereatriangulo.com.br/vantagens.htm>

AGROTEC – TECNOLOGIA AGRICOLA E INDÚSTRIAL: <http://www.agrotec.etc.br>
acesso em 04/09/2005.

<http://www.agrotec.etc.br/index2.html> acesso em 04/10/2005.

<http://www.agrotec.etc.br/referencia/agrprec/quatro.html> acesso em 04/10/2005.

Deriva na aviação agrícola, acesso em 04/10/2005, disponível em:

<http://www.agrotec.etc.br/referencia/downloads/FAQ%20Deriva%20em%20aplicacoes%20aereas.pdf>

AGROVEL-AGRO AEREA VILA VELHA: <http://www.agrovel.com.br/aviacao.htm>
acesso em 11/09/2005.

AGUAS CLARAS AVIAÇÃO AGRICOLA LTDA.:

<http://www.aguasclarasaviacao.com.br> acesso em 17/09/2005.

http://www.aguasclarasaviacao.com.br/reportagem_01.htm acesso em 17/09/2005.

<http://www.aguasclarasaviacao.com.br/aviacaoagricola.htm> acesso em 17/09/2005.

AVIAÇÃO EM REVISTA: <http://www.aviacaoemrevista.com.br/produtosagricola.htm>
Acesso em 18/10/2005.

DAC – DEPARTAMENTO DE AVIAÇÃO CIVIL: <http://www.dac.gov.br> acesso em
04/09/2005.

Pagina inicial, disponível em:

<http://www.dac.gov.br/principal/index.asp> acesso em 04/09/2005.

Legislação, disponível em:

<http://www.dac.gov.br/legislacao/legleis.asp> acesso em 04/09/2005.

Manual do curso de piloto agrícola, avião, disponível em:

<http://www.dac.gov.br/download/mca58.17.pdf> acesso em 04/09/2005.

Empresas aeroagrícolas, disponível em:

http://dac.gov.br/empresas/aeroag_esp.asp acesso em 04/09/2005

Órgão responsável pela Aviação agrícola, disponível em:

<http://dac.gov.br/empresas/aviaAgricolaCombatIncendFlores3.asp> acesso em 04/09/2005.

IAE: INSTITUTO DE AERONÁUTICA E ESPAÇO: http://www.iae.cta.br/motor_aer_et: histórico do projeto motor álcool, acesso em 02/11/05.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA: <http://www.agricultura.gov.br> acesso em 03/09/2005.

PONTUALL: <http://www.pontuall.com.br> acesso em 23/10/2005.

SINDAG – SINDICATO NACIONAL DAS EMPRESAS DE AVIAÇÃO AGRÍCOLA:

<http://www.sindag.org.br> acesso em 05/09/2005.

Estatísticas do setor aeroagrícola, disponível em:

http://www.sindag.org.br/new_site/info/estatisticas.html acesso em 05/09/2005.

Leis e decretos, disponível em:

http://www.sindag.org.br/new_site/.php acesso em 05/09/2005.

Perfil da aviação agrícola, disponível em:

http://www.sindag.org.br/new_site/arquivos/perfil_aviacao.htm acesso em 05/09/2005.

UFRRJ, Acidentes com agrotóxicos:

<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/aviao.htm> acesso em 12/09/2005.