



O USO DO ETANOL ALÉM DA AVIAÇÃO AGRÍCOLA: UM DOS CAMINHOS PARA A AVIAÇÃO GERAL

Valdir Adileu de Souza¹
Jairo Afonso Henkes²

RESUMO

O etanol hidratado começou a ser usado na aviação agrícola brasileira em 2002. Mesmo tendo uma grande oferta e apresentando as qualidades de um biocombustível, tais como, ter uma fonte renovável e menor emissão de poluentes, quase 18 anos depois ele continua restrito a esse setor da aviação geral. Este trabalho busca, através de pesquisas bibliográficas, análise de dados e entrevistas com empresas do setor de aviação, mostrar a viabilidade do uso do etanol nos demais setores da aviação geral, tendo como base, a experiência positiva do uso deste combustível na aviação agrícola brasileira. Um dos maiores obstáculos para a utilização do etanol pelos outros setores da aviação geral é a inexistência de pontos de abastecimentos nos aeroportos brasileiros. Através de um levantamento realizado com empresas do setor de aviação, é demonstrado que a diferença do preço entre o etanol e a AVGAS justifica o uso deste combustível pelas aeronaves. As aeronaves movidas a etanol apresentam um aumento de consumo em torno de 30% em relação a AVGAS, porém a diferença de preços gera uma economia final que chega a 60% no custo do combustível. Uma vez que os aeroclubes passem a utilizar o etanol, devido aos benefícios desse combustível, principalmente o seu preço em relação ao AVGAS, se criará uma rede de pontos de abastecimentos abrangendo a maior parte do território brasileiro, permitindo assim o aumento do interesse pelos demais setores da aviação geral.

Palavras-chave: Etanol. Aviação agrícola. Aeroclubes. Aviação geral.

¹ Bacharel em Ciências Aeronáuticas. Unisul. E-mail: adileu@yahoo.com.br

² Doutorando em Geografia (UMinho, 2019). Mestre em Agroecossistemas (UFSC, 2006). Especialista em Administração Rural (UNOESC, 1997). Engenheiro Agrônomo (UDESC, 1986). Professor e Pesquisador nas Áreas de Gestão Ambiental, Ciências Aeronáuticas, Agronomia, Administração e Engenharia Ambiental. AeroTD. <https://orcid.org/0000-0002-3762-471X>
E-mail: jairohenkes333@gmail.com

THE USE OF ETHANOL BEYOND AGRICULTURAL AVIATION: ONE OF THE WAYS TO GENERAL AVIATION

ABSTRACT

Hydrated ethanol started to be used in Brazilian agricultural aviation in 2002. Even though it has a great offer and has the qualities of a biofuel, such as having a renewable source and less emission of pollutants, almost 18 years later it remains restricted to this sector general aviation. This work seeks, through bibliographic research, data analysis and interviews with companies in the aviation sector, to show the feasibility of using ethanol in other sectors of general aviation, based on the positive experience of using this fuel in Brazilian agricultural aviation. One of the biggest obstacles to the use of ethanol by other sectors of general aviation is the lack of supply points at Brazilian airports. Through a survey carried out with companies in the aviation sector, it is shown that the price difference between ethanol and AVGAS justifies the use of this fuel by aircraft. Aircraft powered by ethanol show an increase in consumption of around 30% in relation to AVGAS, however the difference in prices generates a final savings that reaches 60% in the cost of fuel. Once the flying schools start using ethanol, due to the benefits of this fuel, mainly its price in relation to AVGAS, a network of supply points will be created covering most of the Brazilian territory, thus allowing an increase in interest in others. general aviation sectors.

Keywords: Ethanol. Agricultural aviation. Flying schools. General aviation.

1 INTRODUÇÃO

1.1 O INÍCIO DO ETANOL NA AVIAÇÃO AGRÍCOLA

Em 10 de outubro de 2002, a Indústria Aeronáutica Neiva, empresa subsidiária da Embraer, através de um artigo que está transcrito parcialmente no ANEXO A, apresentava uma versão da aeronave agrícola EMB 202 Ipanema, demonstrado na Figura 1, equipada com motor movido a álcool hidratado, o mesmo combustível utilizado pelos automóveis (EMBRAER, 2002).

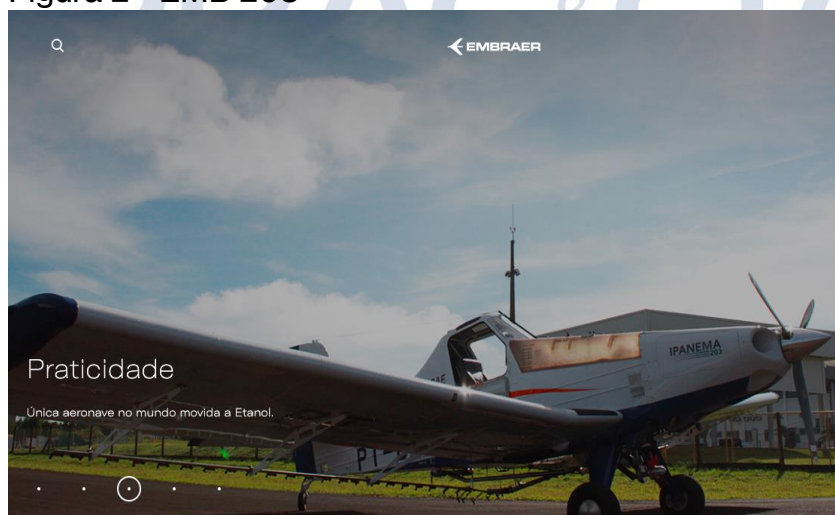
Figura 1 - EMB 202



Fonte: (ZONFRILLI, 2019).

Devido ao sucesso dessa versão, a EMBRAER passou a fabricar somente o IPANEMA na versão a álcool, agora conhecido como etanol, o EMB 203, demonstrado na Figura 2, que a Agência Nacional de Aviação Civil certificou em 2015 (EMBRAER, 2020).

Figura 2 - EMB 203



Fonte: (EMBRAER, 2020).

O IPANEMA, movido a etanol, é um caso de sucesso há 18 anos, no entanto ele continua sendo a única aeronave produzida em série no mundo movida a etanol (EMBRAER, 2020). O EMB 203 é a prova que o etanol é um biocombustível viável para a aviação geral, pois esse avião utiliza praticamente o

mesmo motor que a maioria dos aviões da aviação geral, um motor de ciclo OTTO, que é o mesmo tipo utilizado nos automóveis em geral, conhecido na aviação como motor convencional. Para a utilização do etanol pela aviação geral, a ANAC terá que certificar esse uso, será ainda necessária uma logística de armazenamento e transporte, que vai gerar um custo elevado.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

O problema em questão é que, o alto custo de implementação e distribuição do etanol, ainda não o torna uma opção economicamente viável para a aviação geral em um curto espaço de tempo devido a falta de demanda. Então, como pode se diminuir esse custo?

Hoje, dificilmente uma empresa fornecedora de combustível para a aviação vai querer investir em uma estrutura para abastecimento de aeronaves que usam etanol devido a baixa demanda. Temos primeiro que criar uma demanda que justifique esse investimento.

Como aumentar o número de aeronaves que usam etanol se não há pontos de abastecimento? Embora o etanol para a aviação seja o mesmo utilizado pelos automóveis, não se pode utilizar o etanol direto dos postos de combustíveis espalhados pelos país, pois estes usualmente adulteram o combustível que vendem, trazendo risco para a operação aérea.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

– Analisar as estratégias para se aumentar o número de aeronaves que utilizam etanol como combustível, na aviação geral.

1.3.2 Objetivos específicos

– Analisar a produção e demanda nacionais de etanol de uso geral e

para uso na aviação.

- Descrever o número e tipos de aeronaves registradas no Brasil que utilizam o etanol como combustível.

- Demonstrar o custo-benefício da utilização de aeronaves a etanol nos aeroclubes e escolas de aviação civil.

- Demonstrar a viabilidade de uma rede nacional de abastecimento de etanol para a aviação geral utilizando os aeroclubes e escolas de aviação civil.

- Identificar e propor ações para diminuir o custo de implementação do uso do etanol para a aviação geral.

- Descrever as políticas nacionais para uso de biocombustíveis.

- Analisar e propor estratégias de implementação do uso do etanol na aviação comercial.

1.4 JUSTIFICATIVA

Hoje no Brasil, somente algumas aeronaves agrícolas são movidas a etanol, devido a uma permissão que consta no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 137 (ANAC, 2012), que no item 137.201 (e) diz:

“Um operador aeroagrícola pode utilizar combustível não previsto no projeto de tipo aprovado da aeronave agrícola desde que opere segundo condições aceitáveis pela ANAC, estabelecida em autorização especial de voo” (ANAC, 2012). Estendendo-se esse uso para os aeroclubes, se criaria pontos de abastecimentos por boa parte do território nacional. Os proprietários das demais aeronaves da aviação geral poderão, assim que autorizados pela ANAC, converter seus aviões para usarem o etanol, pois terão opções de abastecimento que hoje não encontram.

O uso do etanol pelos aeroclubes e escolas de aviação deve reduzir o custo da hora de voo, tornando mais acessível a formação de profissionais nessa área. Do ponto de vista ambiental, sabe-se que a queima de combustíveis fósseis é a maior causa de poluição da atmosfera. A emissão de CO₂ na atmosfera

resultante na queima do etanol é compensada durante o desenvolvimento da cana-de-açúcar. Já a AVGAS além de não compensar a emissão de CO₂, possui em sua formulação o chumbo tetraetila, que além de ser tóxico, é cancerígeno (AEROMAGAZINE, 2013).

Do ponto de vista econômico, deve-se diminuir, o mais rápido possível, o uso de combustíveis de origem fóssil (petróleo), para poder-se aumentar o tempo de vida útil dessas reservas, deixando o uso desse recurso para as atividades nas quais ainda é insubstituível (AEROMAGAZINE, 2013).

1.5 METODOLOGIA

1.5.1 Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se como exploratória, com procedimento bibliográfico e documental e com abordagem tanto qualitativa, quanto quantitativa. A pesquisa exploratória, conforme Lakatos e Marconi (2003, p. 188), tem tríplice finalidade, que é “desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e classificar conceitos”.

1.5.2 Materiais e métodos

O procedimento para coleta de dados caracteriza-se com pesquisas junto as empresas envolvidas no mercado de combustíveis e aeronaves, para identificar dificuldades encontradas no processo de conversão das aeronaves da aviação geral e levantamento dos custos envolvidos para a implantação dos pontos de abastecimento.

Será mostrado também através de pesquisas a viabilidade da implantação de uma infraestrutura para suporte em etanol para a aviação comercial. Assim como verificar os avanços e possibilidades tanto para o etanol como para outros biocombustíveis. Essas pesquisas se deram por meio

bibliográfico, que é definido por Rauen (2002, p. 65) como a “busca de informações bibliográficas relevantes para a tomada de decisão em todas as fases da pesquisa.”. Desse modo, a pesquisa em questão visa uma profunda investigação teórica e prática sobre cada uma das supracitadas abordagens, primordial para a análise proposta inicialmente.

O procedimento documental, conforme Gil (2002), tem o objetivo de descrever e comparar dados, características da realidade presente e do passado.

A abordagem da pesquisa foi qualitativa, por se basear na realidade para fins de compreender uma situação única (RAUEN, 2002) e quantitativa, por buscar conhecimento por meio de raciocínio de causa e efeito, redução de variáveis específicas, hipóteses e questões, mensuração de variáveis, observação e teste de teorias (CRESSWELL, 2007).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 ETANOL ANIDRO E HIDRATADO

O etanol utilizado na aviação agrícola é o etanol hidratado, o etanol hidratado é o etanol comum vendido nos postos de combustíveis, enquanto o etanol anidro é o que se usa para misturar com a gasolina. A diferença entre os dois se refere a quantidade de água presente em cada um deles. O etanol hidratado combustível, possui entre 95,1% e 96% de etanol e o restante de água, enquanto o etanol anidro possui pelo menos 99,6% de graduação alcoólica. O álcool anidro é praticamente etanol puro. A palavra “anidro” tem origem grega e significa “sem água” (a = não e hidro = água). Eles são fabricados usando o mesmo processo, primeiramente, através da fermentação se obtém o etanol hidratado que ao passar por um processo de desidratação, dá origem ao etanol anidro. O etanol hidratado além de ser usado como combustível também está presente em cosméticos, produtos de limpeza, antissépticos, vinho, cerveja e outros líquidos, em graduações alcoólicas que variam de produto a produto. O etanol anidro é

misturado à gasolina para baratear o combustível, aumentar sua octanagem e reduzir a emissão de poluentes (NOVACANA, 2020).

2.2 CHUMBO TETRAETILA

O etanol anidro foi uma das opções encontradas para substituir o chumbo tetraetila que era adicionado na gasolina comum para aumentar sua octanagem e impedir que a mistura ar combustível entrasse em ignição antes do tempo. Devido seu potencial tóxico, essa substância foi proibida de ser adicionada na gasolina comum em diversos países, inclusive no Brasil (PANTAROTO, 2007).

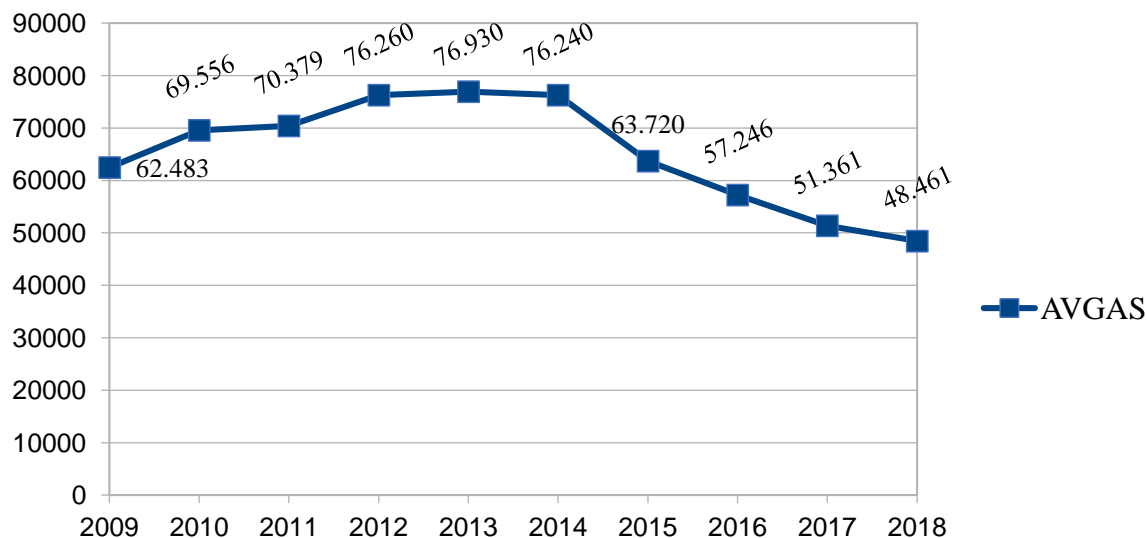
Na gasolina de aviação (AVGAS) esse procedimento não foi possível devido as especificações dos motores aeronáuticos. A gasolina de aviação ainda possui o chumbo tetraetila em sua formulação. De acordo com a Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico FISPQ, GAV-100/130 da BR distribuidora, essa concentração está em 0,56 % (PETROBRAS, 2019).

2.3 PRODUÇÃO E DEMANDA NACIONAIS DE ETANOL HIDRATADO

Primeiramente antes de se propor o uso do etanol hidratado como um combustível substituto da AVGAS para aviação geral, tem-se que analisar o impacto que o aumento do consumo desse combustível deverá gerar.

O consumo de gasolina de aviação vem caindo ao longo dos anos, o Gráfico 1 mostra a variação das vendas de AVGAS no Brasil, em m³, de 2009 até 2018 (ANP, 2019).

Gráfico 1 - Vendas AVGAS no Brasil, em m³, de 2009 até 2018

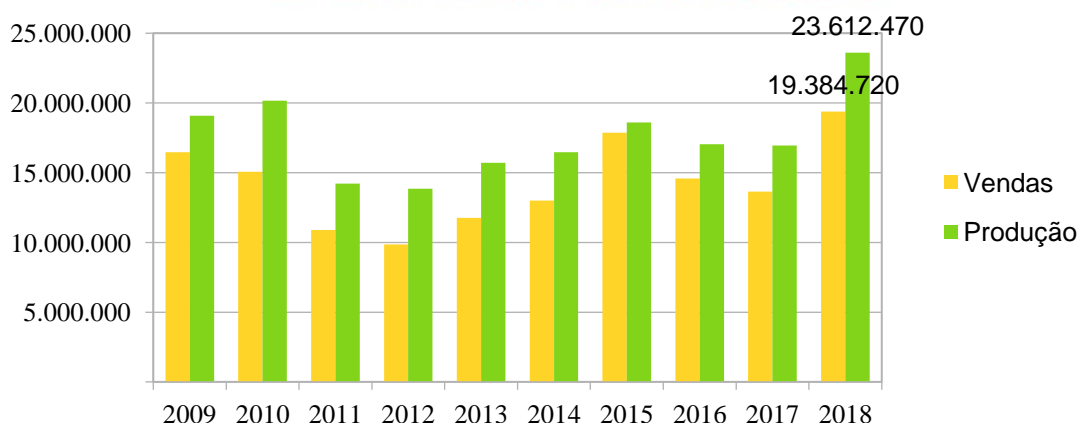


Fonte: Adaptado (ANP, 2019).

No ANEXO B está disposta a tabela completa das vendas de gasolina de aviação, pelas distribuidoras, segundo grandes regiões e unidades da federação 2009-2018 (ANP, 2019).

O Gráfico 2 mostra a comparação entre a produção e a venda de etanol hidratado entre 2009 e 2018 (ANP, 2019).

Gráfico 2 - Venda e produção de etanol no Brasil, em m³, de 2008 até 2018



Fonte: Adaptado (ANP, 2019).

Pelo gráfico 2 podemos perceber que em 2018, a produção de etanol,

no Brasil, foi de 23.612.470 m³, ultrapassando em 17,9% as vendas no mesmo ano.

As tabelas completas de Vendas de gasolina de aviação, Produção e Vendas de etanol hidratado, pelas distribuidoras, segundo Grandes Regiões e Unidades da Federação – 2009-2018 se encontram nos Quadros 1, 2 e 3 a seguir, respectivamente.

Quadro 1 -Vendas de gasolina de aviação, pelas distribuidoras, segundo grandes regiões e unidades da federação, 2009-2018, em m³ (ANP, 2019)

Grandes Regiões e Unidades da Federação	Vendas de gasolina de aviação pelas distribuidoras (m ³)										18/17 %
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Brasil	62.483	69.555	70.379	76.260	76.934	76.244	63.728	57.246	51.361	48.461	-5,65
Região Norte	9.923	11.021	11.022	11.774	12.066	12.134	10.254	10.033	8.876	8.071	-9,07
Rondônia	912	979	956	825	897	839	731	564	444	584	31,57
Acre	839	995	966	1.012	1.138	1.027	889	875	739	778	5,28
Amazonas	1.463	1.828	1.808	2.054	1.747	1.658	1.101	1.019	695	589	-15,25
Roraima	728	866	948	899	1.110	1.148	1.054	1.042	652	383	-41,23
Pará	3.573	3.628	4.318	4.889	4.620	4.593	4.003	4.098	3.964	3.671	-7,41
Amapá	579	634	515	434	374	392	431	405	425	329	-22,59
Tocantins	1.829	2.090	1.511	1.660	2.180	2.475	2.045	2.030	1.957	1.737	-11,23
Região Nordeste	7.214	8.300	7.488	7.302	6.647	7.170	5.413	4.770	3.807	3.818	0,30
Maranhão	966	1.098	1.001	952	806	844	557	421	415	436	5,21
Piauí	760	1.005	718	760	608	710	544	526	361	363	0,54
Ceará	884	937	999	779	817	823	552	593	545	504	-7,61
Rio Grande do Norte	303	351	258	244	258	199	159	116	102	125	23,13
Paraíba	165	238	188	268	297	408	346	276	247	249	0,92
Pernambuco	834	981	913	532	601	674	592	459	458	348	-23,90
Alagoas	157	229	203	262	246	315	203	209	121	190	56,73
Sergipe	71	57	75	67	65	58	39	56	40	41	1,65
Bahia	3.074	3.404	3.133	3.437	2.949	3.141	2.422	2.113	1.518	1.561	2,86
Região Sudeste	17.636	20.056	22.016	24.069	22.835	22.092	19.046	16.506	15.535	14.450	-6,98
Minas Gerais	3.576	4.259	4.096	4.889	5.049	5.733	4.718	4.152	4.410	4.317	-2,10
Espírito Santo	232	170	164	277	395	476	685	646	777	680	-12,53
Rio de Janeiro	1.431	874	757	1.248	1.753	1.587	1.237	961	1.018	892	-12,38
São Paulo	12.397	14.753	16.999	17.655	15.639	14.295	12.407	10.747	9.329	8.560	-8,24
Região Sul	12.830	14.453	14.198	15.945	18.082	17.566	14.322	12.517	11.601	11.265	-2,90
Paraná	4.778	5.865	6.495	6.968	6.772	6.896	5.075	4.513	4.524	4.606	1,82
Santa Catarina	1.146	1.281	1.260	1.514	1.720	1.839	1.503	1.546	1.578	1.634	3,54
Rio Grande do Sul	6.906	7.307	6.442	7.463	9.589	8.831	7.745	6.458	5.500	5.025	-8,64
Região Centro-Oeste	14.880	15.726	15.655	17.170	17.304	17.282	14.693	13.420	11.542	10.858	-5,93
Mato Grosso do Sul	3.088	3.054	3.018	3.237	3.668	3.917	3.742	3.523	3.206	2.897	-9,63
Mato Grosso	6.383	6.514	6.677	7.371	7.252	7.012	5.820	5.160	4.875	4.452	-8,68
Goiás	4.672	5.377	5.169	5.861	5.786	5.878	4.765	4.301	3.220	3.249	0,87
Distrito Federal	737	780	791	701	598	475	366	436	241	261	8,05

Fonte: ANP/SDL, conforme Resolução ANP nº 729/2018.

Quadro 2 - Produção de etanol hidratado, segundo grandes regiões e unidades da federação, em mil m³, de 2009 a 2018 (ANP, 2019)

Grandes Regiões e Unidades da Federação	Produção de etanol hidratado (mil m ³)										18/17 %
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Brasil	19.089,27	20.166,88	14.217,18	13.846,03	15.718,52	16.470,77	18.610,70	17.032,75	16.952,26	23.612,47	39,29
Região Norte	47,62	48,99	77,77	66,08	96,40	86,31	96,30	68,13	78,34	101,01	28,94
Acre	-	1	2,68	4,10	5,01	-	5	3,67	-	-	-
Amazonas	4,74	7,14	6,43	4,05	4,87	2,92	5,80	5,50	4,85	5,47	12,86
Pará	31,91	17,61	22,39	10,86	8,97	8,34	11,14	4,46	8,09	8,63	6,74
Rondônia	9	10,76	12,42	8,65	7,46	12,77	12,99	9,06	4,90	1,39	-71,85
Tocantins	2,42	11,99	33,85	38,42	70,09	62,28	61,86	45,45	60,51	85,52	41,35
Região Nordeste	1.284,18	983,80	930,61	756,46	536,82	660,75	1.117,96	690,96	646,83	1.291,39	99,65
Alagoas	421,62	330,25	359,07	230,79	160,90	143,88	221,51	104,57	85,96	287,81	211,54
Bahia	72,74	70,97	38,14	68,57	66,00	108,52	175,07	50,23	106,06	165,49	56,03
Ceará	10,76	4,04	8,78	3,98	9,00	9,13	14,60	5,24	-	-	-
Maranhão	58,75	39,12	30,67	23,50	13,42	13,58	42,28	16,95	19,62	24,87	26,73
Paraíba	237,95	182,13	184,84	148,08	101,53	140,21	238,35	201,71	175,81	280,40	48,12
Pernambuco	309,47	237,11	184,69	155,06	96,26	143,23	253,94	223,75	179,50	378,91	111,09
Piauí	5,15	2,39	1,88	0,08	1,09	0,53	3,34	0,21	0,82	19,46	2.263,65
Rio Grande do Norte	82,36	49,30	44,52	37,86	20,08	27,44	34,11	33,60	39,68	93,10	134,61
Sergipe	85,39	68,50	78,02	88,54	68,53	74,23	134,76	54,70	39,37	81,36	106,85
Região Sudeste	12.915,91	13.298,17	8.489,67	7.785,93	8.957,84	9.163,57	9.896,20	9.401,15	9.197,76	13.617,81	48,06
Espírito Santo	130,73	104,37	69,02	73,82	73,29	55,65	91,80	27,11	13,27	24,76	86,61
Minas Gerais	1.793,39	2.084,00	1.382,74	1.239,11	1.576,30	1.581,07	2.098,06	1.597,40	1.703,15	2.427,98	42,56
Rio de Janeiro	102,86	69,87	81,26	68,38	86,10	88,49	57,60	94,69	53,89	97,26	80,47
São Paulo	10.888,94	11.039,93	6.976,65	6.404,62	7.222,16	7.438,37	7.648,74	7.681,96	7.427,44	11.067,81	49,01
Região Sul	1.528,92	1.464,69	1.039,75	908,13	1.003,60	1.062,72	927,89	869,41	704,60	1.108,26	67,31
Paraná	1.526,46	1.458,79	1.033,18	906,47	998,99	1.048,32	924,10	886,50	702,01	1.106,07	67,56
Rio Grande do Sul	2,46	5,81	6,58	1,67	4,51	4,40	3,79	2,91	2,49	2,19	-12,21
Região Centro-Oeste	3.312,64	4.371,33	3.679,39	4.329,42	5.123,96	5.507,42	6.572,36	6.003,10	6.324,84	7.494,00	18,49
Goiás	1.685,42	2.271,42	1.952,85	2.348,28	2.890,06	3.116,17	3.713,35	3.506,45	3.698,76	3.879,85	4,90
Mato Grosso	538,35	579,38	532,58	505,42	605,64	651,38	792,81	676,82	854,47	1.123,86	31,53
Mato Grosso do Sul	1.088,88	1.520,53	1.194,17	1.475,72	1.638,25	1.739,87	2.066,20	1.819,84	1.771,62	2.490,28	40,57

Fontes: Mapa/Sapçang até 2011. ANP, a partir de 2012, conforme Resolução ANP nº 729/2018.

Nota: Estão relacionadas apenas as Unidades da Federação onde houve produção de etanol hidratado no período especificado.

Quadro 3 – Vendas de etanol hidratado, pelas distribuidoras, segundo Grandes Regiões e Unidades da Federação, em mil m³, de 2009 a 2018 (ANP, 2019)

Grandes Regiões e Unidades da Federação											18/17 %
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Brasil	16.470,95	15.074,30	10.899,22	9.850,18	11.754,96	12.994,12	17.862,74	14.585,84	13.641,77	19.384,72	42,10
Região Norte	275,85	221,36	154,07	129,35	145,79	144,17	229,93	130,07	102,49	205,40	100,40
Rondônia	57,19	40,08	26,51	19,70	20,75	18,14	29,19	14,53	11,33	15,64	38,02
Acre	11,95	9,49	8,58	5,75	6,02	3,70	7,38	7,60	6,75	8,53	26,45
Amazonas	79,60	54,88	40,52	40,07	47,01	50,44	78,60	38,37	38,86	90,53	132,97
Roraima	2,91	2,76	2,49	1,93	1,82	1,95	2,90	1,45	1,02	2,00	96,73
Pará	46,19	46,97	33,57	30,72	32,96	33,48	52,97	36,91	27,25	53,65	96,84
Amapá	8,30	6,72	4,93	3,31	1,46	1,18	2,19	0,54	0,39	0,93	135,47
Tocantins	69,71	60,46	37,47	27,88	35,77	35,29	56,69	30,67	16,89	34,12	102,02
Região Nordeste	1.625,37	1.360,03	793,48	645,64	699,69	763,55	1.359,65	923,26	859,84	1.545,04	79,69
Maranhão	142,65	88,46	35,20	23,84	26,44	42,64	57,21	35,48	25,62	37,30	45,60
Piauí	33,11	19,25	13,86	15,98	17,94	21,84	38,40	35,91	37,18	72,28	94,39
Ceará	174,59	157,51	113,61	93,42	97,86	109,93	172,59	143,30	122,85	169,71	38,15
Rio Grande do Norte	98,37	79,16	55,27	46,05	48,02	42,66	68,90	54,80	54,34	100,97	85,81
Paraíba	112,98	86,56	58,02	44,72	54,25	69,93	131,57	85,05	77,00	165,18	114,53
Pernambuco	365,49	315,41	184,82	163,34	153,90	148,20	278,68	205,72	208,03	372,30	78,97
Alagoas	104,51	76,10	53,24	39,55	34,97	35,66	58,71	31,76	35,06	77,58	121,28
SerGIpe	52,50	39,23	25,25	21,12	20,76	21,51	45,48	25,19	22,41	48,44	116,10
Bahia	541,17	498,36	254,23	197,61	245,54	271,19	508,12	306,05	277,36	501,28	80,73
Região Sudeste	10.860,08	10.044,63	7.646,56	6.841,20	8.008,67	8.958,57	11.973,83	10.325,86	9.661,52	13.244,48	37,08
Minas Gerais	1.204,43	838,16	568,76	524,09	726,90	749,66	1.789,94	1.447,29	1.468,58	2.488,31	69,44
Espírito Santo	172,83	85,76	55,73	47,37	41,95	42,01	63,51	41,29	31,06	53,05	70,82
Rio de Janeiro	872,81	746,46	531,76	435,28	583,07	590,31	664,32	480,81	473,76	746,35	57,54
São Paulo	8.610,00	8.374,26	6.490,31	5.834,46	6.656,75	7.576,59	9.456,06	8.356,47	7.688,12	9.956,76	29,51
Região Sul	2.094,71	1.878,49	1.071,58	1.024,50	1.350,85	1.457,57	2.015,20	1.389,03	1.189,15	1.731,60	45,62
Paraná	1.193,03	1.347,00	811,37	814,62	1.128,90	1.235,72	1.690,43	1.245,24	1.067,03	1.566,08	46,77
Santa Catarina	498,65	290,59	123,08	94,66	110,50	107,77	157,13	74,87	67,39	96,30	42,92
Rio Grande do Sul	403,03	240,89	137,12	115,22	111,45	114,07	167,63	68,92	54,73	69,21	26,46
Região Centro-Oeste	1.614,95	1.569,79	1.233,53	1.209,49	1.549,96	1.670,26	2.284,13	1.817,63	1.828,77	2.658,20	45,35
Mato Grosso do Sul	207,98	168,27	105,79	90,76	130,87	156,08	231,70	116,19	91,06	133,38	46,47
Mato Grosso	393,94	416,31	338,64	371,86	488,53	514,04	699,30	599,95	674,44	840,62	24,64
Goiás	773,68	851,08	705,07	688,74	852,55	926,23	1.240,76	1.058,50	1.021,98	1.516,56	48,40
Distrito Federal	239,35	134,13	84,02	58,13	78,02	73,91	112,38	42,98	41,29	167,63	305,99

Fonte: ANP/SDL, conforme Resolução ANP nº 729/2018

A AVGAS consumida no Brasil em 2018 foi de 48.461 m³ e representaria um aumento de apenas 0,25 % nas vendas de etanol, que em 2018 totalizaram 19.384.720 m³. Não seria necessário um aumento na produção de etanol hidratado para suprir a demanda, caso esse combustível fosse utilizado pela aviação geral.

2.4 ETANOL DE 2ª GERAÇÃO

O aumento da produção de etanol como biocombustível gera uma preocupação em relação a produção de alimentos. No etanol de primeira geração as matérias-primas são usadas na alimentação do ser-humano ou utilizam a área de plantio que seria destinada para o cultivo de alimentos, como por exemplo, o milho, a cana-de-açúcar, etc. Diante disso as pesquisas buscam utilizar matérias-primas que não sejam fonte de alimentos para os seres-humano ou para a criação de animais, assim como, não utilizem áreas produtivas. O etanol produzido a partir dessa matéria-prima é conhecido como etanol de segunda geração. Tem-se como exemplo o bagaço da cana-de-açúcar, que é um subproduto da produção de açúcar ou etanol. Utilizando o bagaço como matéria-prima é possível aumentar a produção do etanol sem a necessidade de aumentar a produção de cana-de-açúcar ou da área plantada (CARPIO, 2019).

2.5 MOTORES AERONÁUTICOS

De acordo com a ANAC, motor aeronáutico significa um motor que é usado ou que se pretende usar para propelar uma aeronave (ANAC, 2020).

Existem dois tipos básicos de motor aeronáutico convencional e a turbina, o motor convencional (Figura 3) é um motor aeronáutico no qual pistões, que se movem dentro de cilindros, acionam um eixo de manivelas que, diretamente ou através de uma caixa de redução, aciona uma hélice (aviões) ou um rotor (no caso dos helicópteros), no Brasil são movidos a AVGAS ou etanol (ANAC, 2020).

Figura 3 - Motor convencional



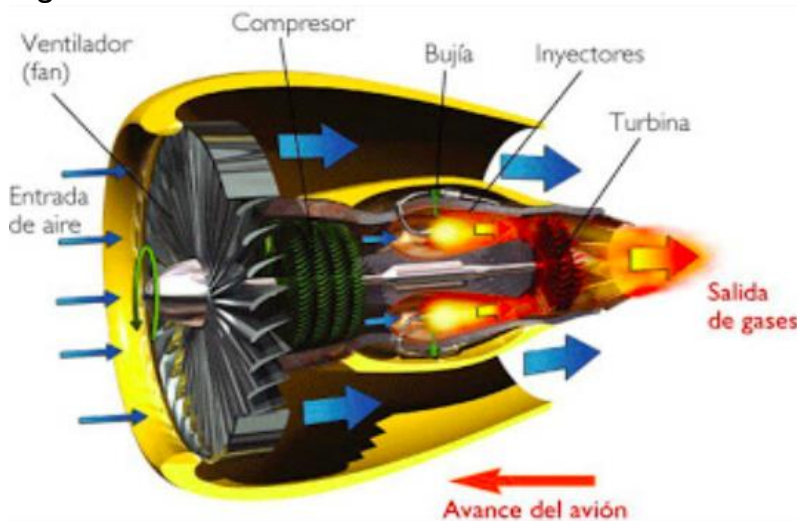
Fonte: (NOBREGA, 2013).

O motor à turbina é um motor aeronáutico cujo funcionamento se dá através de uma turbina a gases. Os motores à turbina são movidos a querosene de aviação e dividem-se, basicamente, em três diferentes tipos:

a) motor turbo jato; b) motor turboélice; c) motor turbo eixo (ANAC, 2020).

O motor turbo jato ou motor a reação é um motor projetado para aviões que utiliza a expansão dos gases para propulsionar o avião. Inclui os motores denominados turbo fan (Figura 4), que são os motores utilizados nos jatos atuais de pequeno e grande porte (ANAC, 2020).

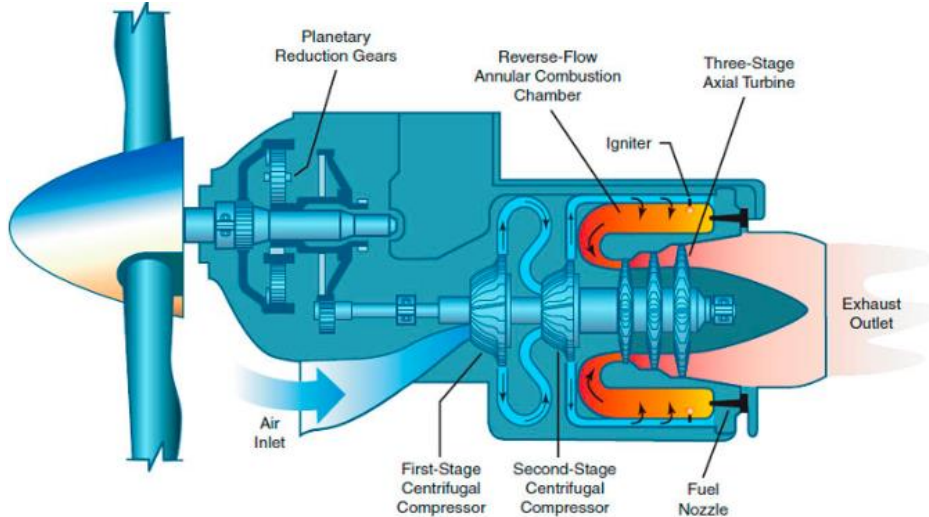
Figura 4 - Motor turbo fan



Fonte: (MESQUITA, 2013).

O motor turboélice (Figura 5) é um motor projetado para acionar uma hélice responsável pela propulsão do avião, a participação dos gases de escapamento na propulsão, quando existe, é meramente residual (ANAC, 2020).

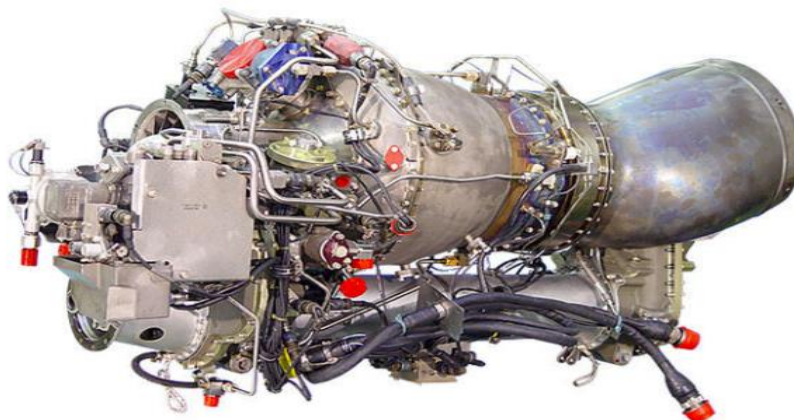
Figura 5 - Motor turboélice



Fonte: (VIANA, 2015).

O motor turbo eixo (Figura 6) é um motor projetado para acionar o rotor de uma aeronave de asas rotativas (helicópteros), os gases de escapamento não têm nenhuma participação no processo de propulsão (ANAC, 2020).

Figura 6 - Motor turbo eixo



Fonte: (SAFRAN, 2020).

O etanol hidratado é utilizado como combustível na aviação agrícola substituindo a AVGAS nos motores convencionais.

2.6 CONCEITOS DE AVIAÇÃO GERAL E AVIAÇÃO AGRÍCOLA

A aviação geral compreende todas as operações de aviação civil que não configurem transporte aéreo público de passageiros ou carga (ANAC, 2020).

A aviação agrícola faz parte da aviação geral, mas é um segmento diferenciado devido as particularidades de sua operação e deve seguir um regulamento específico, que é descrito no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil 137 (ANAC, 2012).

De acordo com as definições do RBAC 137, operações aeroagrícolas significam operações aéreas que tenham, por fim, proteger ou fomentar o desenvolvimento da agricultura em qualquer de seus aspectos, mediante a aplicação em voo de fertilizantes, sementes, inseticidas, herbicidas e outros defensivos, povoamento de águas e combate a incêndios em campos e florestas, combate a insetos, a vetores de doenças ou outros empregos correlatos (ANAC, 2012).

2.7 AERONAVES DA AVIAÇÃO GERAL

A aviação geral utiliza diferentes tipos de aeronaves, com diferentes tipos de motorização, dentre eles, jatos de pequeno porte, turboélices, aviões com motores convencionais e helicópteros com motores a turbina ou convencionais.

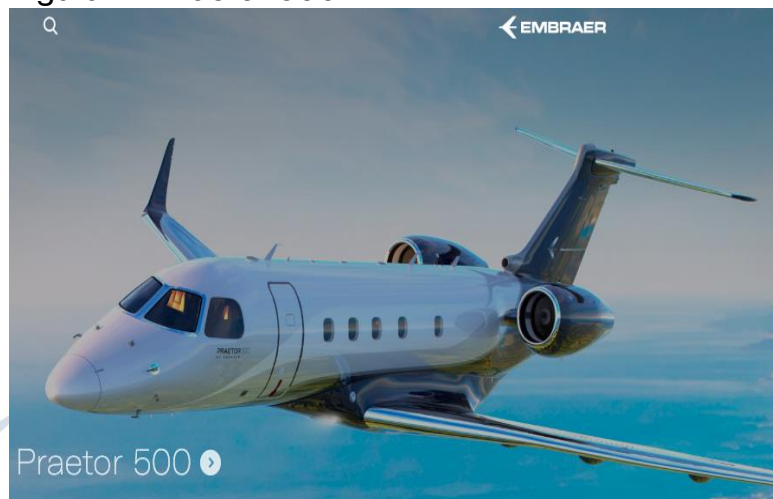
Exemplos de aeronaves utilizadas pela aviação geral:

- a) jatos executivos;
- b) turboélices;
- c) aeronaves a pistão;
- d) helicópteros (ANAC, 2019):

Os jatos executivos, como o Praetor 500 da EMBRAER (figura 7), são aeronaves de pequeno porte, equipadas motores turbo-fan, movidos a querosene

de aviação. O Praetor 500 tem uma velocidade de cruzeiro em torno de 840 km/h e um alcance de 6.186 km, essas aeronaves são ideais para longos percursos (EMBRAER, 2020).

Figura 7 - Praetor 500



Fonte: (EMBRAER, 2020).

As aeronaves turboélices, como o King Air 350i (Figura 8), são aeronaves equipadas com motores turboélice movidos a querosene de aviação. O King Air 350i atinge uma velocidade máxima de cruzeiro de 578 km/h e tem um alcance máximo de 3.345 km, essas aeronaves são ideais para médios e curtos percursos (TAM, 2020).

Figura 8 - Turboélice King Air 350i



Fonte: (TAM, 2020).

As aeronaves a pistão, como o SENECA V (Figura 9) são equipadas com motores convencionais, movidos a AVGAS. O SENECA V atinge uma velocidade máxima de cruzeiro de 370 km/h e tem um alcance máximo de 1534 km, essas aeronaves são ideais para curtos trajetos (PIPER, 2020).

Figura 9 - Seneca V



Fonte: (PIPER, 2020).

Os helicópteros podem ser equipados com motores turbo eixo, como o H125 Esquilo (Figura 10), ganhando aumento na segurança e capacidade de carga (HELIBRAS, 2020).

Revista Brasileira de Aviação Civil
& Ciências Aeronáuticas

Figura 10 – Helicóptero H125 Esquilo



Fonte: (HELIBRAS, 2020).

Ou podem ser equipados com motores convencionais, movidos a AVGAS, como o R44 (Figura 11) para operação com carga reduzida (ROBINSON, 2020).

Figura 11 – Helicóptero R44



Fonte: (ROBINSON, 2020).

2.8 NÚMERO DE AERONAVES A PISTÃO MOVIDAS A ETANOL

A maioria das aeronaves da aviação geral são aeronaves de pequeno porte que utilizam motores convencionais. Esses motores usam a gasolina de

aviação (AVGAS) como combustível, e podem ser convertidos para usarem o etanol. De acordo com o RAB (Registro Aeronáutico Brasileiro), onde estão registradas todas as aeronaves brasileiras, em dezembro de 2018 o Brasil possuía um total de 22.189 aeronaves registradas, sendo que 17.286 eram aeronaves com motores convencionais (ANAC, 2019).

Em dezembro de 2018, o Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola, estimou que o número de aeronaves agrícolas que utilizavam o etanol chegava a 578 (SINDAG, 2019). A tabela 1 demonstra a distribuição de aeronaves agrícolas no Brasil, divididas por tipo de combustível, em 2018 (SINDAG, 2019).

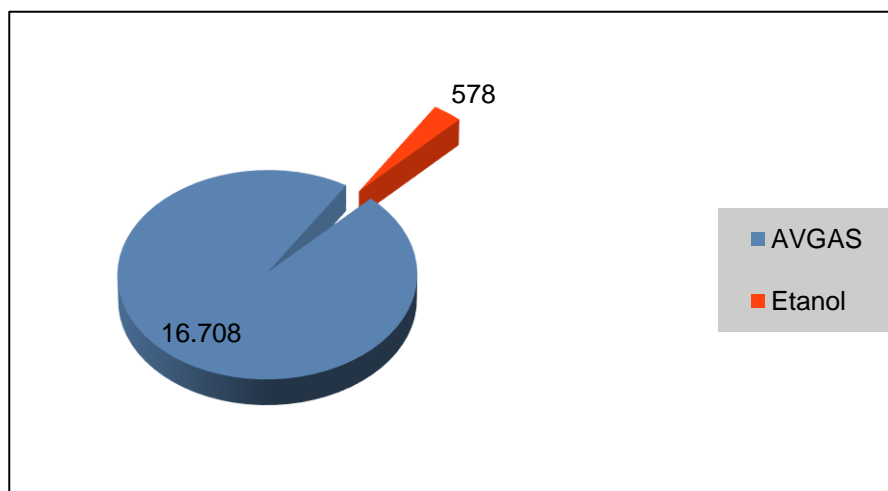
Tabela 1 - Aeronaves agrícolas por tipo de combustível no Brasil, em 2018

Combustível	Número	%
AVGAS	1250	56,9
Etanol	578	26,4
Querosene	366	16,7
Total	2194	100

Fonte: SINDAG, 2019.

Isto significa que, no Brasil, apenas 3,3 % das aeronaves com motores convencionais são movidas a etanol. A figura (12) demonstra o total de aeronaves com motores convencionais no Brasil, por tipo de combustível, em 2018 (SINDAG, 2019).

Figura 12 - Aeronaves com motores convencionais no Brasil, por tipo de combustível, em 2018.



Fonte: Adaptado de ANAC 2019 e SINDAG 2019.

Pode-se então perceber, o potencial do mercado para o uso do etanol que está por ser explorado.

2.9 OPERAÇÕES DA AVIAÇÃO GERAL E DA AVIAÇÃO AGRÍCOLA

A maioria das operações da aviação geral consiste em levar passageiros ou carga de um ponto de origem para um ponto de destino distantes entre si, esses voos podem demorar alguns minutos ou várias horas, o que torna a autonomia, que é o tempo que a aeronave pode voar sem reabastecer de combustível, um aspecto importante e geralmente é necessário que se tenha combustível disponível em cada ponto de parada.

Já na aviação agrícola a maior parte das operações consiste em sair de um ponto de origem, fazer a aplicação na lavoura e voltar para o ponto de origem para reabastecer e repetir a operação, cada operação, geralmente não ultrapassa trinta minutos, o que torna a autonomia da aeronave um aspecto de menor importância e é necessário ter combustível somente em um ponto.

2.10 PRINCIPAIS DESVANTAGENS DO ETANOL PARA A AVIAÇÃO GERAL

Segundo Costa (2011, p. 24), o etanol tem uma densidade energética menor que da AVGAS, por isso tem um aumento no consumo em torno de 30% em relação a gasolina de aviação para se manter o desempenho do motor. O que diminui a autonomia da aeronave.

A redução da autonomia e a falta de pontos de abastecimento nos aeroportos brasileiros, representam dois fatores negativos no uso do etanol para a aviação geral, mas não são relevantes para a aviação agrícola, dadas as características da sua operação. Duração curta do voo e necessidade de apenas um ponto para abastecimento de combustível são características que explicam por que o etanol se mostrou viável para a aviação agrícola.

A falta de pontos de abastecimento de etanol nos aeroportos brasileiros não impacta as aeronaves agrícolas movidas a etanol. Geralmente o abastecimento das aeronaves agrícolas, sendo elas movidas a AVGAS ou etanol, é feito através de tanques instalados em caminhonetes, como mostra a figura (13).

Esses veículos acompanham o avião até a pista que vai servir de apoio para a aplicação, então o proprietário precisa apenas de um tanque, com uma boa capacidade, para armazenar o combustível em sua base principal.

Figura 13 - Tanques de combustível instalados em caminhonete



Fonte: (CMTE MINEIRO, 2020).

A redução na autonomia de voo das aeronaves pode ser remediada utilizando tanques adicionais no interior das pontas das asas, já existentes em R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 227-266, maio. 2021. 248

alguns modelos de aeronaves. A criação de pontos de abastecimentos de etanol no Brasil pode ser iniciada utilizando as instalações dos aeroclubes e escolas de aviação civil.

2.11 VANTAGEM DO USO DO ETANOL NOS AEROCLUBES

Os aeroclubes e escolas de aviação civil, fazem parte da aviação geral e utilizam aeronaves com motores convencionais. Geralmente a aula de pilotagem tem a duração de 60 minutos e o avião volta para o ponto de partida. Esse tempo de voo ainda é relativamente curto e como a aeronave volta ao seu ponto de partida, não há a necessidade de outros pontos de abastecimento, ou seja, nesse setor da aviação geral, as desvantagens do etanol também não devem ser sentidas.

De acordo com a ANAC (2020) existiam 119 aeroclubes no Brasil em 2020, a lista com os nomes e cidades dos aeroclubes está disposta no apêndice A. Devido principalmente ao alto valor da hora de voo, muitos deles estavam com poucos alunos, passando por dificuldades financeiras e alguns até encerrando suas operações.

A vantagem do uso do etanol pelos aeroclubes está principalmente no seu valor em relação a AVGAS, mesmo consumindo 30% a mais em relação a gasolina de aviação (COSTA, 2011). O valor do combustível representa o maior custo no valor da hora de voo, com o uso do etanol esse custo deve diminuir, propiciando assim o aumento na procura pelos alunos. Todavia em junho de 2019 a AVGAS estava sendo comercializada no Aeroporto de Jundiaí à R\$ 8,40 (VOASP, 2019) e o etanol, de acordo com a ANP (2019), tinha um valor de distribuição em média de R\$ 2,5.

De acordo com o RBAC 61 (ANAC, 2013) o curso de piloto privado, que é o curso inicial da carreira de um piloto de avião, exige no mínimo 40 horas de voo. Essa experiência de voo é adquirida em aeronaves pequenas, como o Cessna modelo C152, equipada com motor convencional (figura 14). Essa é uma das aeronaves utilizadas pelo aeroclube de Jundiaí para o curso de piloto privado, e seu consumo é de 21(vinte e um) litros de gasolina de aviação por hora

(CARRAMENHA, 2017).

Figura 14 - C152



Fonte: (Aeroclube de Jundiaí, 2020).

Utilizando-se os valores médios para o preço dos combustíveis em junho de 2019, e o consumo médio de uma aeronave Cessna modelo C152, pode-se ver na tabela (2) a diferença do valor total do custo do combustível no curso de piloto privado, caso fosse utilizado o etanol como combustível.

Tabela 2 - Custo combustível no curso de piloto privado

	Consumo médio de combustível em l/h	Custo do litro em R\$/l	Custo por hora de voo R\$/h	Custo R\$/40 horas
AVGAS	21	8,2	172,2	6.888,00
Etanol	27,3	2,5	68,25	2.730,00
Economia (R\$) ao se utilizar Etanol nas 40 horas de treinamento				4.158,00

Fonte: Elaborada pelos autores.

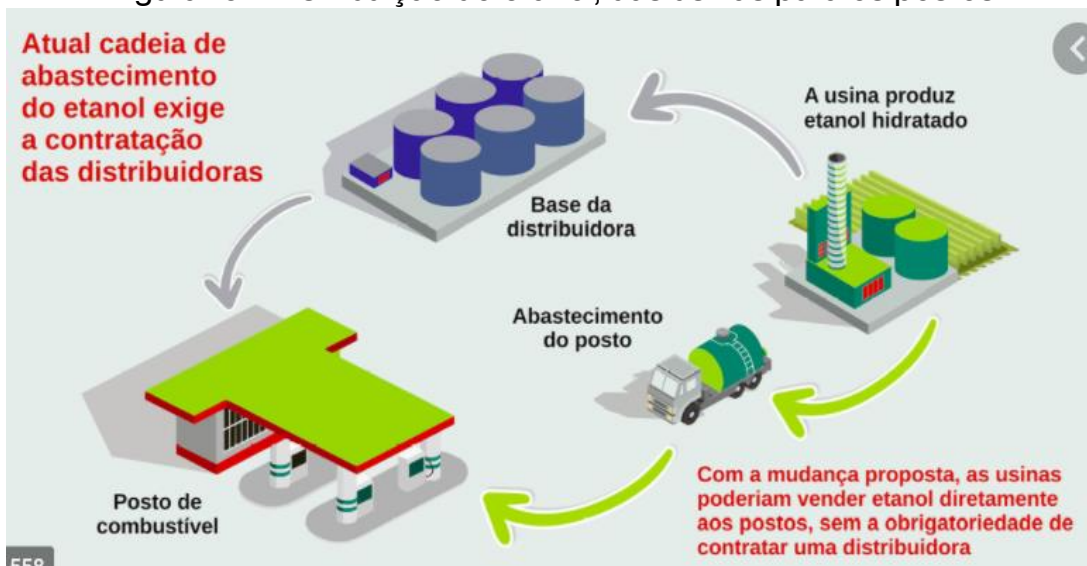
A tabela 2 demonstra que, mesmo com um consumo 30% maior, o etanol devido seu custo sendo praticamente 1/3 do valor da AVGAS, pode representar uma economia de até 60% no custo de combustível na hora de voo.

2.12 DISTRIBUIÇÃO AVGAS E ETANOL

Um dado importante é a distribuição da gasolina de aviação. Hoje somente uma refinaria situada na cidade de Cubatão, no litoral do estado de São Paulo, produz AVGAS no Brasil. Em 2018, uma paralização nessa refinaria, devido a uma manutenção programada, causou um desabastecimento de AVGAS devido as falhas na importação da Petrobras, por problemas de ordem burocrática (ISTO É, 2019).

Com o etanol isso não seria um problema, pois há usinas em todas as regiões do país (ANP, 2019). Outro ponto positivo é que a comissão de Minas e Energia da câmara dos deputados aprovou do dia 20/11/19 uma proposta que permite que o etanol seja comercializado diretamente das usinas para os postos de combustíveis. Até então o etanol tem que ser transportado até uma distribuidora para só então ser vendido aos postos (figura 15). O projeto ainda está em tramitação, seguirá para análise da Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJ) e depois para o Plenário da Câmara (AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS, 2019).

Figura 15 - Distribuição do etanol, das usinas para os postos



Fonte: (RPA NEWS, 2018).

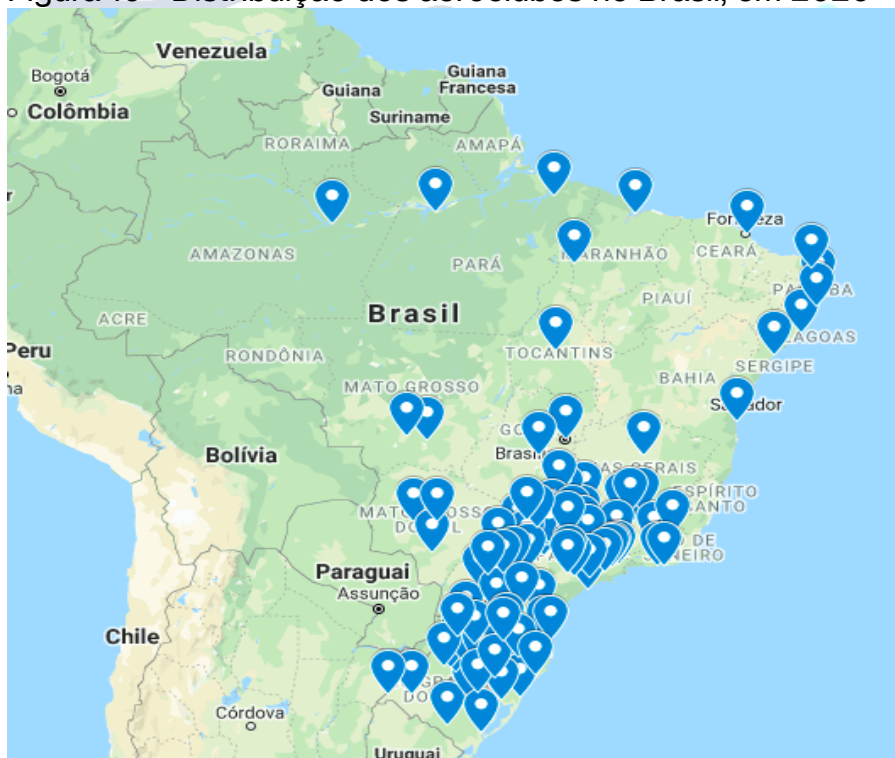
A Figura 15 demonstra uma situação ideal, onde a distribuidora está situada entre a usina e o posto, mas se o posto de combustível ficar na mesma

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 227-266, maio. 2021. 251

cidade da usina e a distribuidora ficar em uma cidade a 100 km de distância, o caminhão vai ter que rodar 100 km para levar o etanol para a distribuidora e depois mais 100 km pra trazer o etanol de volta para o posto da cidade. Isso encarece o custo final do produto, uma vez que tem o gasto com o transporte até a distribuidora.

Diante disso o Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola (SINDAG), fez um pedido junto ao Ministério da Economia para que o setor aeroagrícola também fosse incluído nessa medida. A estimativa do sindicato é que a economia poderia ficar entre R\$ 0,30 (trinta centavos de real) e R\$ 0,60 (sessenta centavos de real) por litro de etanol (PORTAL AGROLINK, 2019). Os aeroclubes podem se beneficiar dessa medida, assim o etanol seria distribuído a partir das usinas diretamente para eles, criando uma rede nacional de abastecimento, aproveitando a distribuição dos aeroclubes pelo Brasil, como demonstra a figura 16.

Figura 16 - Distribuição dos aeroclubes no Brasil, em 2020



Fonte: Adaptado (ANAC, 2020).

Como a maior parte dos aeroclubes estão localizados na região sul e sudeste do país (ANAC, 2020), as demais regiões deverão ser cobertas com a ajuda de empresas particulares, quando o aumento da demanda justificar o investimento.

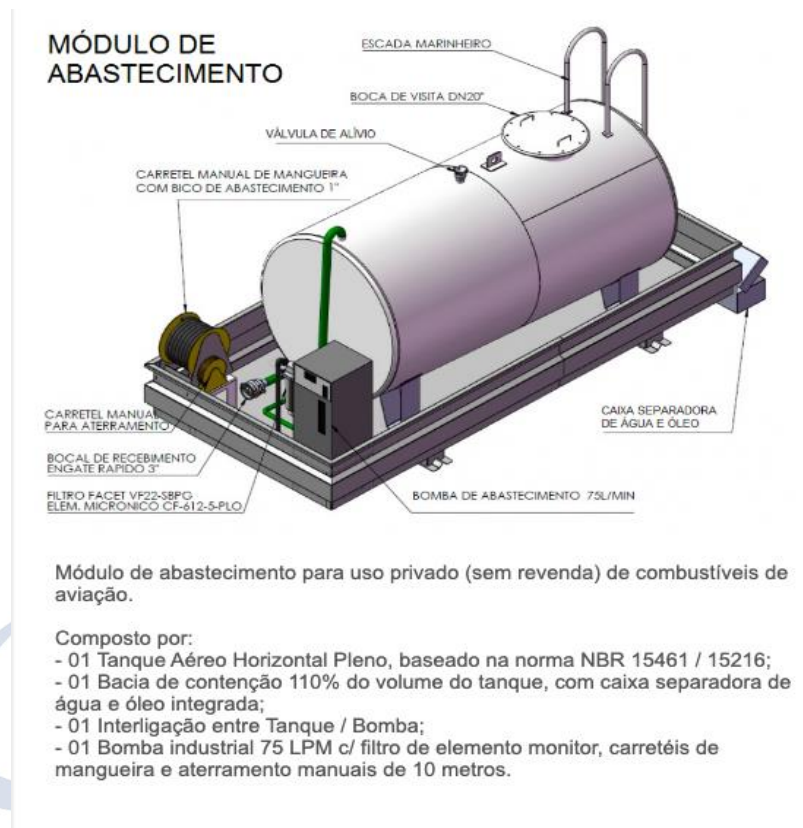
2.13 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO

Para iniciar o uso do etanol pelos aeroclubes tem-se dois custos principais, o custo do módulo de abastecimento e o custo da conversão da aeronave. A figura 17 demonstra um exemplo de um módulo de abastecimento certificado para o uso na aviação. Esse módulo inclui um tanque aéreo horizontal, de 15 m³, uma bacia de contenção, que seja capaz de conter todo o combustível do tanque em caso de vazamento, respeitando assim as normas vigentes, bomba para o abastecimento e demais acessórios.

A cotação do módulo de 15 m³, foi realizada em abril de 2020, nas empresas Passafaro (PASSAFARO, 2020) e Plamex (PLAMEX, 2020). O valor de referência de R\$ 103.945,00 (cento e três mil novecentos e quarenta e cinco reais), foi obtido através da média dos valores informados.

Revista Brasileira de Aviação Civil
& Ciências Aeronáuticas

Figura 17 - Módulo de abastecimento para aviação



Fonte: (AEROANUNCIOS, 2020).

Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas

O outro grande custo é a conversão das aeronaves para o etanol. Esse gasto vai variar para cada modelo de aeronave. Em maio de 2018, a empresa GLOBO Master - manutenção de aeronaves e motores, localizada na cidade de Goiânia - Go, realizava a conversão de aeronaves agrícolas a um custo total de R\$ 12.000,00 (doze mil reais) (AgAir, 2018). A tabela 3 mostra o investimento inicial, incluindo o módulo de combustível e a conversão da aeronave.

Tabela 3 - Investimento total inicial, em abril de 2020

Investimento	Valor R\$
Módulo de abastecimento de 15 m ³	103.945,00
Conversão da aeronave para etanol	12.000,00
Total investimento	115.945,00

Fonte: Elaborada pelos autores.

Considerando que a aeronave, usada na instrução mencionada anteriormente, voe 60 horas por mês, a tabela 4 demonstra a diferença do custo do combustível e o tempo para se recuperar o investimento.

Tabela 4 - Tempo de retorno do investimento

Combustível	Custo R\$ 1 hora voo	Custo R\$ 60 horas/mês	Custo R\$ 19 meses
AVGAS	172,20	10.332,00	196.308,00
Etanol	68,25	4.095,00	77.805,00
Diferença	103,95	6.237,00	118.503,00

Fonte: Elaborada pelos autores.

Pode-se observar que o investimento inicial será recuperado em 19 meses. E para cada aeronave adicional o investimento será recuperado em 2 meses. Posteriormente o aeroclube terá, a revenda do etanol para os demais proprietários de aeronaves, como uma fonte de renda adicional.

2.14 EMPRESAS QUE BUSCAM A CERTIFICAÇÃO DO MOTOR A ETANOL

Uma das empresas que buscam a certificação do motor a etanol para a aviação geral é a JAZZ Aeronáutica localizada em Nova Lima, Minas Gerais. De acordo com Minaya (2020), o engenheiro responsável pelo projeto de certificação dos motores convencionais para operar com etanol hidratado da JAZZ Aeronáutica, é importante que se busque uma alternativa para o uso da AVGAS, devido ao aumento do preço desse combustível nos últimos anos. A escolha pelo etanol como alternativa se deve a grande oferta desse biocombustível no Brasil. Ele enfatiza a complexidade do processo de certificação da modificação de um motor aeronáutico, ainda mais quando se envolve a modificação de combustível. O processo exige uma enorme bateria de ensaios de bancada definidos pelo Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 33, Requisitos de Aeronavegabilidade: Motores Aeronáuticos (ANAC, 2009).

Em entrevista, integrante deste trabalho, o Engenheiro Pedro Minaya (2020), ainda faz as seguintes observações em relação à certificação:

O etanol em relação ao AVGAS apresenta um grande problema para o sistema de combustível, que é a presença de água. Com isto, a ANAC exige uma avaliação severa com relação a corrosão. O etanol exige que o sistema de combustível opere com um fluxo maior, para que a razão estequiométrica de ar-combustível seja ajustada. Para isto, todo sistema de combustível deve ser modificado para operar com este fluxo maior. Esta modificação exige que peças sejam modificadas, e isto a ANAC só aceita se for garantida a qualidade de produção destas peças, processo este bem complexo. Após a certificação do motor modificado, ele ainda não está pronto para voar! A aeronave em que ele será instalado deve passar por um processo de certificação com o novo, envolvendo ensaios em solo, ensaios em voo, assim como análises de engenharia. Tudo isto, seguindo o RBAC 23 (ANAC, 2017).

Como pode ver, as dificuldades para realizar este processo vem de todos os lados: engenharia, financeiro, estrutura, etc. Tudo isto para manter a qualidade de segurança da aviação homologada. Porém, o resultado vai de extrema importância para o crescimento da aviação no Brasil, tanto do ponto de vista de energia renovável quanto do ponto de vista de custo de operação. Hoje, o grande obstáculo que temos para difundir este projeto é a distribuição de etanol pelos aeroportos do Brasil, é um processo que pode levar um tempo, e virá somente com a demanda por este combustível. A experiência positiva no Ipanema nos ajudou muito, principalmente na parte de engenharia. Contudo, o Ipanema é uma aeronave agrícola que possui operação restrita, o que facilita muito a certificação. Quando falamos de operação geral, que é o nosso foco, as exigências da ANAC ficam muito mais complexas devido à segurança de voo (MINAYA, 2020, p. 1).

Quanto ao processo de implantação do etanol na aviação geral, a intenção da JAZZ Aeronáutica vem ao encontro dos objetivos desse projeto, “a nossa ideia é começar a difundir entre os aeroclubes e pequenos operadores, para que demanda seja suficiente para implementação em aeroportos brasileiros” (MINAYA, 2020).

2.15 AÇÕES PARA DIMINUIR O CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO

Verificou-se que as empresas que fornecem os módulos de abastecimentos oferecem linhas de crédito para a aquisição, com o Banco

Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), facilitando assim a aquisição (ABIEPS, 2020).

Deve-se utilizar um tanque de armazenamento com no máximo 15 m³, pois de acordo com a resolução CONAMA nº 273, de 29 de novembro de 2000 (BRASIL, 2000), as instalações aéreas de armazenamento com capacidade de até 15 m³ estão dispensadas do licenciamento ambiental, o que agiliza e diminui os custos com o processo de instalação, porém esses módulos devem atender a todos os requisitos operacionais de proteção ao meio ambiente. Para o armazenamento de combustíveis de aviação, ainda é necessário considerar a norma brasileira NBR 15.216 (ABNT, 2010), que tem como objetivo estabelecer os requisitos e procedimentos para o controle da qualidade no armazenamento, transporte e abastecimento dos combustíveis de aviação QAV-1 e GAV-100 LL (ABIEPS, 2020).

Os aeroclubes são instituições sem fins lucrativos, a maioria deles atualmente passam por dificuldades financeiras e terão que buscar incentivos ou subsídios através da ANAC, para se manterem em atividade.

2.16 ETANOL E AVIAÇÃO COMERCIAL

Já para a aviação comercial o etanol pode não ser interessante, pois existem várias desvantagens, dentre elas:

a) As aeronaves da aviação comercial são movidas por motores a reação, que utilizam o querosene de aviação como combustível, diferentemente da aviação geral que em sua maioria utilizam os motores convencionais, movidos a AVGAS, então seria necessário desenvolver um motor a reação que passe a utilizar o etanol;

b) As aeronaves da aviação comercial voam para diversos países, desta forma seria necessário distribuir o etanol para aviação para todos os países envolvidos na operação.

Para diminuir essas desvantagens foi desenvolvido um bioquerosene a base de cana-de-açúcar. De acordo com Centro Nacional das Indústrias do Setor R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 227-266, maio. 2021.

Sucroenergético e Biocombustíveis (CEISE), esse biocombustível apresenta as mesmas características do querosene de aviação, e tem a vantagem de ser *drop in*, ou seja, ele pode ser misturado no querosene de aviação, não necessitando de alterações no motor ou de um sistema de distribuição diferenciado. No entanto, o desafio para produção de bioquerosene seria a viabilidade econômica, seja pela ausência de políticas específicas para este segmento e mesmo em comparação aos valores do querosene de origem fóssil (CEISE, 2017).

2.17 COMBUSTÍVEIS *DROP IN*

O conceito de combustível *drop in* se dá ao biocombustível que apresenta as mesmas características dos combustíveis fósseis, eles podem ser misturados entre si sem a necessidade de qualquer modificação nos motores das aeronaves, nas tubulações ou tanques de armazenamento. A matéria-prima, seja qual for passa, por um processo de transformação que resulta em uma série de hidrocarbonetos iguais aos presentes no combustível de origem fóssil, esse processo deve ser controlado para garantir a qualidade e as especificações finais. Os biocombustíveis *drop in* são certificados pela *American Society for Testing and Materials* (CEISE, 2017).

Atualmente, a American Society for Testing and Materials – ASTM adota critérios rigorosos para a aceitação de misturas de biocombustíveis com o querosene de aviação (QAV) de origem fóssil. Estes critérios procuram garantir a qualidade do combustível antes e depois da mistura com o QAV, para que não haja necessidade de nenhuma alteração nos equipamentos e sejam atendidos os mesmos parâmetros de segurança na utilização em aeronaves comerciais de grande porte. Quando necessário, as normas de controle incluem parâmetros diferentes dos comumente analisados no QAV derivado de petróleo (ANP, 2016, p. 1).

De acordo com a ANP (2016), havia três tipos, de bioquerosene de aviação, aprovados pela ASTM: a) Aqueles que podem ser misturados ao querosene de aviação em até 50% do volume; SPK (synthesized paraffinic kerosine), chamado de querosene parafínico sintético; SPK hidroprocessado por

Fischer-Tropsch); SPK de ésteres e ácidos graxos hidroprocessados (HEFA - hydroprocessed esters and fatty acids);

b) Aqueles que podem ser misturado ao querosene de aviação em até 10% do volume; SIP (synthesized iso paraffinic), chamado de querosene isoparafina, é obtido da fermentação de açúcares utilizando microorganismos geneticamente modificados.

2.18 POLÍTICAS NACIONAIS PARA USO DE BIOCOMBUSTÍVEIS.

O governo brasileiro, em 26 de dezembro de 2017, instituiu a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), pela Lei nº 13.576 (BRASIL, 2017), que tinha como objetivo “expandir a produção de biocombustíveis no Brasil em padrões sustentáveis e contribuir para o cumprimento das metas de redução de emissões com as quais o país se comprometeu no Acordo de Paris” (VIDAL, 2019, p. 5).

Ainda de acordo com Vidal (2019, p. 5), “as principais metas domésticas relacionadas aos biocombustíveis a serem alcançadas até 2030 são: redução de 43% das emissões de gases de efeito estufa, participação de 45% de energias renováveis e de 18% da bioenergia na matriz energética”. Através da RenovaBio o governo brasileiro visa aumentar a participação dos combustíveis renováveis de forma a acompanhar o crescimento do mercado implementando uma política pública que traga previsibilidade ao mercado de biocombustíveis (BRASIL, 2017).

O programa busca através de mecanismos de mercado, uma produção sustentável sem subsídios ou medidas artificiais. Isso se dará basicamente através de dois instrumentos principais, o primeiro e estabelecendo uma meta nacional para a redução de emissões para a matriz de combustíveis em um período de 10 anos e o segundo é certificando a produção de biocombustíveis, por firmas inspetoras privadas, atribuindo-se notas diferentes para cada unidade produtora, maior será a nota para o produtor que produzir maior quantidade de energia líquida, com menores emissões de CO₂e, no ciclo de vida (BRASIL, 2017).

A ligação desses dois instrumentos se dará com a criação do Crédito de Descarbonização por Biocombustíveis (CBIO). Esse crédito será um ativo

financeiro, negociado em bolsa, emitido pelo produtor de biocombustível, a partir da comercialização da sua produção. Os distribuidores de combustíveis cumprirão a meta ao demonstrar a quantidade necessária de CBIOS em sua propriedade. Outros agentes (pessoas físicas e jurídicas) poderão comprar e vender CBIOS na bolsa, como forma de trazer maior liquidez a esse mercado (BRASIL, 2017).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos fatos expostos, verifica-se que há um grande desafio para a viabilização do uso do etanol para a aviação geral. Todavia o motor a etanol já é uma realidade há 18 anos, porém ele está certificado para um serviço aéreo especializado, onde as normas de segurança são menos exigentes em relação as demais aeronaves da aviação geral devido ao tipo de operação. A certificação da ANAC, para o uso do etanol nas demais aeronaves da aviação geral, que devido as várias exigências para uma maior segurança da operação aérea, deverá ser mais demorada e dispendiosa.

O crescimento da demanda do etanol não será um problema devido a baixa demanda da AVGAS em relação ao saldo positivo da produção nacional de etanol. Uma vez que a ANAC certifique esse uso, o mercado alvo será os aeroclubes, porém as dificuldades financeiras que eles se encontram poderá dificultar a implantação dessas modificações nas aeronaves e estruturas de solo.

Mais uma vez a solução esbarra no lado econômico pois sem uma ajuda, seja através de incentivos ou subsídios, o processo de se construir uma rede de abastecimento cobrindo o território nacional deve demorar bem mais. Todavia o certo é que os aeroclubes que conseguirem utilizar aeronaves movidas a etanol, poderão oferecer melhores preços aos alunos, serão mais competitivos e pressionarão os demais aeroclubes a trilharem o mesmo caminho.

Desta forma tem-se todos os motivos para acelerar o uso do etanol na aviação geral, reduzindo o uso da gasolina de aviação, o que contribuirá na

redução de poluentes e será uma boa alternativa aos combustíveis fósseis. Não se deve esquecer que o petróleo é finito, então não é uma questão de “se”, mas de “quando” o uso dele pela aviação vai ficar inviável devido à diminuição de sua oferta.

É importante que novos estudos sejam realizados buscando aumentar o uso de biocombustíveis pela aviação geral. Pode-se avaliar a viabilidade do uso de um motor aeronáutico que utilize a tecnologia *flex*, assim como a utilizada pelos automóveis brasileiros, podendo assim ser abastecidos com etanol ou AVGAS.

REFERÊNCIAS

ABIEPS. Associação Brasileira das Empresas de Equipamentos e de Serviços para o Mercado de Combustíveis de Conveniência. **Tanque aéreo para combustível, Guia Boas Práticas**, 2020. Disponível em: <<https://abieps.com.br/guiaboaspraticas/tanque-aereo-para-combustivel/>>. Acesso em: 4 abr. 2020

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15216**: armazenamento de líquidos e combustíveis - controle da qualidade no armazenamento, transporte e abastecimento de combustíveis da aviação, 2010. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/24329/abnt-nbr15216-armazenamento-de-liquidos-inflamaveis-e-combustiveis-controle-da-qualidade-no-armazenamento-transporte-e-abastecimento-de-combustiveis-de-aviacao>. Acesso em: 23 de abr. de 2020.

AEROANUNCIOS. **Módulo de Abastecimento**, 2020. Disponível em: <<http://www.aeroanuncios.com.br/acessorios/acessorios-diversos/modulo-de-abastecimento-privado-avgas-1179.htm>>. Acesso em: 5 mar. 2020.

Aeroclube de Jundiaí. **C152**, 2020. Disponível em: <https://aeroclubejundiai.com.br/c152>. Acesso em: 23 de abr. de 2020.

AEROMAGAZINE. **Motores e combustíveis de aviação**, 2013. Disponível em: <https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/motores-e-combustiveis-de-aviacao_808.html>. Acesso em: 5 abr. 2020.

AgAIR. **Uma conversão que se paga pela economia**, 2018. AgAir update, pag. 8, mai. de 2018. Disponível em: https://issuu.com/aau_proofs/docs/aau_d_bd42d26ba6c226. Acesso em: 27 de abr. de 2020.

AGÊNCIA CÂMARA NOTÍCIAS. **Comissão aprova venda direta de etanol de usinas para postos de combustíveis**, 2019. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/noticias/615253-comissao-aprova-venda-direta-de-etanol-de-usinas-para-postos-de-combustiveis>>. Acesso em: 4 abr. 2020.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB)**, 2019. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aeronaves/rab/relatorios-estatisticos>. Acesso em: 7 abr. 2020.

_____. **Escolas de Aviação Civil**, 2020. Disponível em: <<https://sistemas.anac.gov.br/educator/Index2.aspx>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

_____. **ANACpédia**, 2020. Disponível em: <https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por_esp/tr3842.htm>. Acesso em: 7 abr. 2020.

_____. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 33. Emenda nº 28**, de 22 de abril de 2009. Dispõe sobre os Requisitos de aeronavegabilidade: Motores Aeronáuticos. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2009/16s/rbac-33-2013-22-04-2009>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

_____. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 137. Emenda nº 00**, de 17 de junho de 2012. Dispõe sobre a certificação e requisitos operacionais: operações agrícolas. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2012/21s/anexo-i-2013-rbac-137-emd-00>>. Acesso em: 5 abr. 2020.

_____. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 23. Emenda nº 62**, de 06 de setembro de 2017. Dispõe sobre Requisitos de aeronavegabilidade: aviões categoria normal, utilidade, acrobática e transporte regional. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2017/36s1/anexo-i-rbac-no-23-emenda-no-62>. Acesso em: 05 de abr. de 2020.

_____. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil 61. Emenda nº 01**, de 21 de junho de 2013. Dispõe sobre licenças, habilitações e certificados para pilotos. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2013/25/anexo-2013-rbac-61-emd-01>. Acesso em 07 de abr. de 2020.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Anuário Estatístico 2019**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/5237-anuario-estatistico-2019>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

_____. **Boletim Trimestral de Preços e Volumes de Combustíveis**, 2019. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/arquivos/publicacoes/boletins-anp/btpvc/boletim-trimestral-2.pdf>. Acesso em: 25 de abr. de 2020.

_____. **Biocombustíveis de Aviação**, 2016. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biocombustiveis-de-aviacao>>. Acesso em: 8 abr. 2020.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução número 273 de 29 de novembro de 2000**. Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. 2000.

_____. Ministério das Minas e Energia. **RENOVABIO**, 2017. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/36224/459914/P%26R+-+RenovaBio.pdf/15053f36-eb31-3ed4-04b4-8b0775fc8e82>>. Acesso em: 5 abr. 2020.

CARPIO, R. R. **Otimização do processo de produção de etanol de segunda geração em um sistema integrado à primeira geração**, 2019. 243 f. Tese (Doutorado) - Universidade do Rio de Janeiro/COOPE. 2019.

CARRAMENHA, L. **Manual aeronave Cessna 152, Aeroclube de Jundiá**, 2017. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/LucasCarramenha/manual-aeronave-c152-acj>. Acesso em: 25 de abr. de 2020.

CEISE. Centro Nacional das Indústrias do Setor Sucroenergético e Biocombustíveis. **Combustível renovável ganha espaço na aviação nacional**, 2017. Disponível em: <<http://www.ceisebr.com/conteudo/combustivel-renovavel-ganha-espaco-na-aviacao-nacional-qqtqkn.html>>. Acesso em: 5 abr. 2020.

Cmt Mineiro. **Abastecimento de avião agrícola**, 2020. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=LEo7F1xxllg>>. Acesso em: 11 abr. 2020

COSTA, A. A. dos S. **Caracterização de motor aeronáutico utilizando misturas de gasolina de aviação e etanol**: aspectos fluidodinâmicos, termodinâmicos e ecológicos, 2011. 179 f. Tese - Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

CRESSWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**. [s.l.] ARTMED editora S/A, 2007.

EMBRAER. **EMBRAER apresenta versão do avião IPANEMA com motor a álcool**, 2002. Disponível em: <<https://embraer.com/br/pt/noticias?slug=1864-embraer-apresenta-versao-do-aviao-ipanema-com-motor-a-alcool>>. Acesso em: 5 abr. 2020.

_____. **EMB 203**, 2020. Disponível em: <<https://agricultural.embraer.com/br/pt>>. Acesso em: 6 abr. 2020.

_____. **PRAETOR 500**, 2020. Disponível em: <<https://executive.embraer.com/global/en/praetor-500>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar um projeto de pesquisas**. Ed. São Paulo Atlas, 2002.

HELIBRAS. **H125 - Airbus Helicopters**. 2020. Disponível em: <https://www.helibras.com.br/website/po/ref/H125_15.html>. Acesso em: 7 abr. 2020.

ISTO É. **Abastecimento de gasolina de aviação será normalizado, diz Petrobras**. Isto é - Independente, 10 jan. 2019. Disponível em: <<https://istoe.com.br/abastecimento-de-gasolina-de-aviacao-sera-normalizado-diz-petrobras/>>. Acesso em: 4 abr. 2020

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2003.

Mesquita, Fred. **Partes de um motor a reação**, 2013. Disponível em: <<https://www.arquivosaeronauticos.com.br/2013/04/partes-de-um-motor-reacao.html>>. Acesso em: 7 abr. 2020

MINAYA, P. **Certificação de motor convencional**, 2020. Entrevistador: Valdir Adileu de Souza. Nova Lima, MG, 2020. 2 e-mails.

NOBREGA, Eduardo Mateus. **Motores utilizados na aviação convencional: Continental**, 2013. Disponível em: <http://canalpiloto.com.br/motores-utilizados-na-aviacao-convencional-continental/>. Acesso em: 7 abr. 2020

NOVACANA. **Anidro ou hidratado: diferenças**. 2020. Disponível em: <<https://www.novacana.com/etanol/anidro-hidratado-diferencas>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

PANTAROTO, H. LUIS. **A eliminação do chumbo da gasolina**. Universidade Metodista de Piracicaba, 2007. Disponível em: <<http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/5mostra/5/167.pdf>>. Acesso em: 9 abr. 2020

PASSAFARO. **Módulo de Abastecimento para Aviação**, 2020. Disponível em: <<https://www.passafaro.com.br/combustivel/modulo+de+abastecimento+para+av iacao/1459>>. Acesso em: 26 abr. 2020.

PETROBRAS. **fispq-comb-gaso-avi-gav-100-130.pdf**. 2019. Disponível em: <<http://www.br.com.br/wcm/connect/a5a3193d-11a1-4c6b-9c73-8b406c8d4f88/fispq-comb-gaso-avi-gav-100-130.pdf?MOD=AJPERES&CVID=mKZ2I2Y>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

PIPER. **SENECA V**, 2020. Disponível em: <<https://www.piper.com/model/seneca/>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

PLAMEX. **Plamex - soluções para abastecimento**, 2020. Disponível em: <<http://www.plamex.com.br/>>. Acesso em: 26 abr. 2020.

PORTAL AGROLINK. **Setor aeroagrícola quer ser incluído em medida que poderá permitir compra de etanol nas usinas**, 2019. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/setor-aeroagricola-quer-ser-incluido-em-medida-que-podera-permitir-compra-de-etanol-nas-usinas_429521.html>. Acesso em: 4 abr. 2020.

RAUEN, F. J. **RAUEN, Fábio José. Roteiros de investigação científica**. Tubarão, SC. UNISUL, 2002.

ROBINSON. **R44 Raven Robinson Helicopter Company**, 2020. Disponível em: <<https://robinsonheli.com/r44-raven-i/>>. Acesso em: 4 abr. 2020

RPA NEWS. **Especial - Venda direta de etanol divide o setor**, 2018. Disponível em: <<https://revistarpanews.com.br/especial-venda-direta-de-etanol-divide-o-setor/>>. Acesso em: 4 abr. 2020

SAFRAN. **Motores para helicópteros**, 2020. Disponível em: <https://www.safran-helicopter-engines.com/helicopter-engines/lower-1000-shp/arriel/arriel-2b1>. Acesso em: 7 abr. 2020.

SINDAG. **Frota Agrícola 2018**, 2019. Disponível em: <<http://sindag.org.br/wp-content/uploads/2019/02/Frota-Agr%C3%ADcola-2018.pdf>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

TAM. **KING AIR 350i**, 2020. Disponível em: <<https://www.tamaviacaoexecutiva.com.br/venda-de-aeronaves/turbo-helices/king-air-350i>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

VIANA, Pedro. **“Turboélice – Por que não usar motor a pistão?”**, 2015. Disponível em: <<https://www.aeroflap.com.br/turboelice-porque-nao-usar-motor-a-pistao/>>. R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 227-266, maio. 2021. 265

Acesso em: 7 abr. 2020.

VIDAL, Maria de Fátima. **Produção e uso de biocombustíveis no Brasil**. Caderno Setorial Etene, Fortaleza, n. 74, p. 5, mai. 2019. Disponível em https://www.bnb.gov.br/documents/80223/5014256/78_Biocombustiveis.pdf/e0dc0c8c-e995-16ec-d63c-d477f80e0131, Acesso em 05 de abril de 2020.

VoaSP. **VoaSP e AIRBP recolocam Jundiaí no mercado da aviação com um dos combustíveis mais baratos**, 2019. Disponível em <http://www.voa-sp.com.br/2019/07/05/voasp-e-airbp-recolocam-jundiai-no-mercado-da-aviacao-com-um-dos-combustiveis-mais-baratos/>. Acesso em: 7 de abr. de 2020.

ZONFRILLI, Saulo. **EMB 202**, 2019. Disponível em: <https://gramho.com/media/1948218821489568540>. Acesso em: 4 abr. 2020.

