



**UNICHRISTIAN**

Tópicos Avançados em Educação

**The Importance of Integrating Aeromedical Sciences into Contemporary  
Higher Education**

**A Importância da Inserção da Medicina Aeroespacial na Educação Superior  
Contemporânea**

Autor e doutorando: Raphael Lemgruber de Carvalho

Docente: Dr. Leandro Ranieri

Disciplina: Tópicos Avançados em Educação

Data: 05 de maio de 2026

# **A Importância da Inserção da Medicina Aeroespacial na Educação Superior Contemporânea**

## **Resumo**

Este trabalho acadêmico apresenta uma proposta de pesquisa e uma revisão seletiva da literatura sobre a inserção da Medicina Aeroespacial na educação superior contemporânea. O problema central consiste em compreender de que modo esse campo interdisciplinar, situado na interface entre saúde, aviação, transporte, resgate, segurança operacional e educação interprofissional, pode contribuir para a formação de profissionais mais preparados para cenários críticos, remotos e tecnologicamente complexos. A metodologia adotada é de natureza bibliográfica, narrativa e integradora, com análise teórica de documentos acadêmicos, normativos e científicos, priorizando literatura recente, fontes regulatórias do Brasil e do Paraguai e referenciais internacionais sobre educação em saúde, competências profissionais e transporte aeromédico. Os achados indicam que a Aeromedicina permanece pouco estruturada nos currículos tradicionais, apesar da expansão dos serviços aeromédicos, da necessidade de equipes treinadas, do reconhecimento regulatório da área e da relevância da simulação realística para ambientes de alto risco. Conclui-se que a inclusão planejada de conteúdos aeromédicos em graduação, pós-graduação e educação continuada pode fortalecer a segurança do paciente, a qualidade assistencial, a integração entre profissões e o desenvolvimento científico regional, especialmente no Brasil, no Paraguai, na América Latina e em diálogo com modelos dos Estados Unidos.

Palavras-chave: Aeromedicina. Medicina Aeroespacial. Educação superior. Transporte aeromédico. Formação interprofissional.

## **1. Introdução**

A educação superior contemporânea vive uma etapa de transição marcada por três exigências convergentes: formar profissionais capazes de atuar em cenários complexos, integrar conhecimentos entre áreas historicamente separadas e responder a demandas sociais que mudam com velocidade crescente. No campo da saúde, essas exigências se tornam ainda mais evidentes, pois a assistência não se limita ao ambiente hospitalar tradicional. Pacientes graves são atendidos em rodovias, fronteiras, áreas rurais, zonas de difícil acesso, embarcações, aeronaves, helipontos,

aerportos, unidades móveis e ambientes operacionais com restrição de espaço, ruído, vibração, altitude, risco meteorológico e comunicação limitada.

Nesse contexto, a Aeromedicina e a Medicina Aeroespacial constituem campos estratégicos para a formação universitária. A Aerospace Medical Association define a Medicina Aeroespacial como uma área voltada ao cuidado clínico, à pesquisa e ao suporte operacional relacionados à saúde, à segurança e ao desempenho de tripulantes, passageiros e equipes de apoio em ambientes aéreos e espaciais (Aerospace Medical Association, n.d.). Essa definição amplia a compreensão tradicional de medicina aeronáutica, pois aproxima fisiologia, segurança operacional, gestão de risco, transporte aeromédico, resgate, fatores humanos, comunicação em equipe e educação interprofissional.

O pré-projeto de tese utilizado como guia deste trabalho estabelece como eixo central investigar a relevância e os impactos da inclusão da Aeromedicina nos currículos da educação superior, especialmente diante do crescimento do transporte aeromédico e das especificidades do cuidado em ambientes aeroespaciais (Carvalho, 2025). O mesmo documento propõe identificar lacunas curriculares, analisar a demanda por profissionais especializados e sugerir diretrizes para disciplinas ou módulos de Aeromedicina em cursos de graduação e pós-graduação em saúde (Carvalho, 2025). Portanto, o presente manuscrito aprofunda essa proposta, transformando-a em revisão seletiva da literatura e estrutura de projeto de pesquisa.

A relevância acadêmica do tema decorre do fato de que o transporte e o resgate aeromédico exigem competências que ultrapassam a formação clínica convencional. Não basta conhecer diagnóstico, farmacologia, trauma ou terapia intensiva. É necessário compreender o efeito da altitude sobre gases corporais, a influência da vibração sobre monitorização e procedimentos, o impacto do ruído sobre comunicação clínica, as limitações físicas de uma cabine, a hierarquia operacional entre equipe de saúde e tripulação, as normas de segurança ao redor da aeronave, os critérios de seleção de pacientes e a relação entre decisão clínica e viabilidade aeronáutica. A Society for Academic Emergency Medicine, ao tratar o transporte aeromédico na formação em emergência, destaca que médicos devem compreender estrutura do sistema, seleção de pacientes, fisiologia de voo, papéis da equipe e temas de segurança (Aranda, n.d.).

A inserção da Aeromedicina na educação superior, nesse sentido, não deve ser entendida como criação de uma disciplina isolada e ornamental. Trata-se de uma proposta de formação

interdisciplinar, baseada em competências, conectada à segurança do paciente, ao preparo para cenários de baixa frequência e alto risco e à necessidade de alinhar universidade, serviços de saúde, aviação civil, forças públicas, sistemas de urgência e pesquisa aplicada. Em países de dimensões continentais ou com regiões de difícil acesso, como Brasil, Paraguai e outros países latino-americanos, essa integração se torna ainda mais relevante, pois o transporte aeromédico pode representar a diferença entre acesso oportuno e atraso terapêutico em pacientes críticos.

Este trabalho, portanto, discute a seguinte tese de fundo: a educação superior em saúde deve incorporar a Aeromedicina e a Medicina Aeroespacial como campos de formação, pesquisa e extensão, porque os desafios contemporâneos da assistência exigem profissionais capazes de atuar com segurança, pensamento crítico, colaboração interprofissional e compreensão operacional em ambientes não convencionais.

## **2. Justificativa**

A justificativa deste estudo se sustenta em dimensões científicas, educacionais, clínicas, sociais e institucionais. Do ponto de vista científico, a Aeromedicina reúne conhecimentos provenientes da fisiologia, medicina de emergência, terapia intensiva, enfermagem, aviação, segurança operacional, psicologia aplicada, engenharia, regulação sanitária, gestão de risco e pedagogia da simulação. Essa característica interdisciplinar aproxima o tema de uma necessidade atual da pós-graduação em educação: compreender como novos campos do conhecimento podem ser curricularizados sem perder rigor acadêmico, pertinência social e aplicabilidade profissional.

Do ponto de vista educacional, a formação superior em saúde ainda tende a se organizar de modo hospitalocêntrico e disciplinar. Embora as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Medicina no Brasil enfatizem formação geral, crítica, reflexiva, ética, humanística e orientada às necessidades sociais de saúde, a presença explícita de conteúdos aeromédicos nos currículos de graduação permanece limitada (Brasil, 2014). Essa lacuna também se projeta na Enfermagem e em outras profissões da saúde, apesar de o Conselho Federal de Enfermagem ter reconhecido e normatizado a atuação do enfermeiro em serviço aeromédico, inclusive com exigência de qualificação específica para a enfermagem aeroespacial (COFEN, 2020, 2021).

Do ponto de vista clínico, o transporte aeromédico exige preparo específico porque o paciente crítico passa a ser cuidado em ambiente dinâmico, restrito e sujeito a condições fisiológicas e operacionais próprias. A Portaria GM/MS nº 2.048/2002, no Brasil, já reconhece a

aeronave de transporte médico como modalidade de suporte avançado para atendimento pré-hospitalar e inter-hospitalar, com tripulação e equipamentos compatíveis com a complexidade do cuidado (Brasil, 2002). A Agência Nacional de Aviação Civil, por sua vez, estabelece na IS nº 135-005A orientações para operações aeromédicas sob o RBAC nº 135, incluindo treinamento de tripulantes, procedimentos específicos, gestão de riscos e orientação aos profissionais de saúde a bordo (ANAC, 2022).

A relevância social está relacionada ao acesso oportuno ao cuidado. Em regiões amazônicas, pantaneiras, fronteiriças, rurais ou com grandes distâncias entre serviços especializados, a aeronave pode reduzir barreiras geográficas e permitir continuidade do cuidado em situações de trauma, acidente vascular cerebral, infarto, sepse, queimaduras, obstetria crítica, neonatologia e catástrofes. No Paraguai, a Lei nº 4.995/2013 define a educação superior como bem público voltado à formação pessoal, acadêmica e profissional, à produção de conhecimentos e ao desenvolvimento do país (CONES, 2013). Essa perspectiva permite compreender a formação aeromédica como estratégia de pertinência social, especialmente em um país com desafios fronteiriços e necessidade de articulação entre saúde, educação e segurança.

A justificativa institucional se vincula à qualidade e à acreditação. A ANEAES, no Paraguai, apresenta como missão avaliar e acreditar a qualidade da educação superior para sua melhoria contínua (ANEAES, n.d.). No plano internacional, a Organização Mundial da Saúde defende a educação interprofissional e a prática colaborativa como respostas a sistemas de saúde fragmentados e a necessidades assistenciais complexas (WHO, 2010). A Aeromedicina, por depender da atuação integrada de médicos, enfermeiros, pilotos, fisioterapeutas, paramédicos, gestores, reguladores e equipes de solo, constitui campo privilegiado para a aplicação concreta desse paradigma.

Dessa forma, a inserção da Aeromedicina na educação superior não representa apenas atualização temática. Ela expressa uma mudança de lógica formativa, pois desloca o ensino da transmissão de conteúdos para o desenvolvimento de competências integradas, situadas e avaliáveis. A universidade passa a formar profissionais capazes de pensar o cuidado desde o leito até o destino final, desde a decisão de transporte até a entrega segura, desde a fisiologia do paciente até a segurança da aeronave.

### **3. Problema de pesquisa**

O problema de pesquisa que orienta este trabalho pode ser formulado da seguinte maneira: de que maneira a inserção das Ciências Aeromédicas e da Medicina Aeroespacial na educação superior contemporânea pode contribuir para a formação interdisciplinar, a segurança operacional e o desenvolvimento científico em saúde, transporte e resgate aeromédico no contexto brasileiro, paraguaio, latino-americano e em diálogo com modelos dos Estados Unidos?

Essa pergunta envolve três dimensões. A primeira é curricular, pois investiga se os cursos superiores de saúde contemplam, de forma suficiente, os conteúdos necessários para atuação em transporte e resgate aeromédico. A segunda é profissional, pois examina quais competências são necessárias para que equipes de saúde atuem com segurança em aeronaves, helipontos, bases operacionais e ambientes remotos. A terceira é científica e institucional, pois busca compreender como a universidade pode transformar a Aeromedicina em campo de ensino, pesquisa, extensão, inovação e produção de conhecimento regional.

### **4. Hipótese e pressupostos**

A hipótese central deste estudo é que a inserção planejada da Medicina Aeroespacial na educação superior pode melhorar a formação de profissionais de saúde, fortalecer a segurança do paciente, qualificar a tomada de decisão em transporte e resgate aeromédico e ampliar a produção científica sobre um campo ainda subexplorado nos currículos tradicionais.

Como pressupostos de trabalho, considera-se que a formação convencional em saúde é insuficiente para abarcar as particularidades fisiológicas, operacionais e interprofissionais do ambiente aeromédico; que a educação baseada em competências, simulação realística e aprendizagem por cenários são metodologias adequadas para esse campo; que Brasil, Paraguai e América Latina apresentam lacunas relevantes de produção acadêmica sobre o tema; e que modelos internacionais podem oferecer parâmetros úteis, desde que adaptados às realidades regulatórias, territoriais, econômicas e institucionais regionais.

### **5. Objetivos**

O objetivo geral é analisar a importância da inserção da Medicina Aeroespacial na educação superior contemporânea, considerando seus impactos sobre a formação interdisciplinar,

a segurança operacional, o transporte e resgate aeromédico e o desenvolvimento científico regional.

Os objetivos específicos são: identificar lacunas curriculares relacionadas à Aeromedicina em cursos superiores de saúde; discutir os fundamentos conceituais da Medicina Aeroespacial e do transporte aeromédico; analisar marcos normativos do Brasil e do Paraguai relacionados à formação, à assistência e à operação aeromédica; revisar literatura internacional sobre educação aeromédica, HEMS, simulação e competências interprofissionais; propor eixos curriculares para integração da Aeromedicina em graduação, pós-graduação e educação continuada; e apontar linhas futuras de pesquisa capazes de sustentar uma tese de doutorado em educação sobre o tema.

## **6. Metodologia**

Este trabalho caracteriza-se como revisão bibliográfica seletiva, narrativa e integradora, associada a uma proposta de pesquisa acadêmica. A revisão narrativa permite articular conceitos, marcos regulatórios, literatura científica e reflexão pedagógica sem a rigidez estatística de uma revisão sistemática. A dimensão integradora se justifica porque o tema exige a reunião de campos distintos, como educação superior, medicina de emergência, fisiologia de voo, enfermagem aeroespacial, transporte aeromédico, segurança operacional e políticas de formação profissional.

A seleção da literatura priorizou documentos do período de 2010 a 2026, com inclusão de textos anteriores quando considerados clássicos, normativos ou estruturantes. Foram considerados artigos científicos, documentos de sociedades profissionais, marcos regulatórios, diretrizes curriculares, documentos de acreditação, textos oficiais de órgãos públicos, materiais didáticos do autor e o pré-projeto de tese fornecido como guia. Entre as bases e fontes sugeridas para continuidade do estudo estão PubMed, SciELO, Google Scholar, ERIC, Scopus, Web of Science, sites oficiais do Ministério da Saúde, Ministério da Educação, ANAC, CFM, COFEN, CONES, ANEAES, ACGME, WHO, IPEC, Aerospace Medical Association, SAEM e periódicos especializados em Air Medical Journal, Prehospital Emergency Care, Aerospace Medicine and Human Performance e Medical Education.

Os descritores e palavras-chave sugeridos incluem: Aeromedicina; Medicina Aeroespacial; transporte aeromédico; resgate aeromédico; HEMS; formação em saúde; educação superior; educação interprofissional; simulação realística; segurança operacional; flight physiology;

aeromedical transport; aerospace medicine education; air medical transport curriculum; critical care transport; competency-based education.

Os critérios de inclusão contemplam documentos que abordem formação em saúde, competências interprofissionais, transporte ou resgate aeromédico, Medicina Aeroespacial, educação baseada em competências, simulação, marcos regulatórios e experiências curriculares. Foram excluídos textos opinativos sem fundamentação mínima, fontes sem identificação institucional, documentos sem relação direta com o problema de pesquisa e materiais que não permitissem verificação bibliográfica. A estratégia de análise foi temática, buscando organizar os achados em eixos de abordagem e relacioná-los à pergunta de pesquisa.

Como limitação metodológica, reconhece-se que a literatura específica sobre inserção da Aeromedicina em currículos de graduação ainda é restrita. Por isso, a revisão utiliza também fontes correlatas sobre educação interprofissional, simulação, transporte crítico, HEMS e regulação profissional. Essa limitação não enfraquece o estudo, mas revela uma lacuna que justifica a continuidade da pesquisa em nível doutoral.

## **7. Marco teórico**

A Aeromedicina pode ser compreendida como o campo aplicado que integra conhecimentos médicos e de saúde ao ambiente aeronáutico, especialmente no transporte, resgate e cuidado de pacientes em aeronaves. A Medicina Aeroespacial, em sentido mais amplo, abrange a saúde de pessoas expostas a ambientes aéreos e espaciais, incluindo tripulantes, passageiros, operadores, equipes de apoio e profissionais envolvidos em atividades aeronáuticas ou espaciais (Aerospace Medical Association, n.d.). Embora os termos não sejam absolutamente equivalentes, neste trabalho serão tratados de modo complementar, pois a proposta educacional envolve tanto o cuidado aeromédico operacional quanto a base científica da fisiologia de voo, segurança e desempenho humano.

O transporte aeromédico pode envolver aeronaves de asa fixa ou rotativa, com finalidades de atendimento pré-hospitalar, remoção inter-hospitalar, evacuação médica, resgate em áreas remotas, apoio a desastres e deslocamento de pacientes críticos para centros de maior complexidade. A SAEM destaca que os sistemas aeromédicos podem incluir helicópteros e aviões, que a tripulação pode variar segundo o sistema e que todos devem compreender segurança

aeronáutica, fisiologia de voo, seleção de pacientes e papéis assistenciais (Aranda, n.d.). Essa diversidade torna o tema essencialmente interprofissional.

A fisiologia de voo constitui uma base indispensável. A redução da pressão atmosférica, as variações de oxigenação, a expansão de gases conforme a Lei de Boyle, a vibração, o ruído, a limitação de espaço e a impossibilidade de certos procedimentos em voo alteram a forma de avaliar, estabilizar, monitorar e transportar pacientes. A SAEM exemplifica que pneumotórax, balonetes de tubos endotraqueais, pacientes combativos e risco de deterioração respiratória ou neurológica exigem planejamento prévio antes da transferência aeromédica (Aranda, n.d.). Portanto, conteúdos de fisiologia, emergência, segurança e comunicação devem ser integrados ao currículo.

A segurança operacional também é eixo central. A ANAC define operação aeromédica como operação aérea de transporte de um ou mais pacientes sob cuidados médicos e exige que operadores sob RBAC nº 135 possuam autorização, manuais, procedimentos, equipamentos, treinamento e orientações específicas (ANAC, 2022). O documento brasileiro inclui temas como CRM, interação entre equipe de saúde, equipe de voo e equipe de solo, embarque e desembarque, evacuação de emergência, critérios de segurança ao redor da aeronave e aspectos fisiológicos relacionados ao voo (ANAC, 2022). Esses itens são, ao mesmo tempo, requisitos operacionais e conteúdos curriculares potenciais.

A educação interprofissional oferece o suporte pedagógico para essa integração. A WHO reconhece a colaboração interprofissional como uma das respostas promissoras para fortalecer sistemas de saúde fragmentados (WHO, 2010). O IPEC, em sua versão 3, organiza competências interprofissionais em torno de valores e ética, papéis e responsabilidades, comunicação e equipes e trabalho em equipe (IPEC, 2023). Essas competências se ajustam diretamente ao ambiente aeromédico, no qual a falha de comunicação entre médico, enfermeiro, piloto, regulador e equipe de solo pode comprometer a segurança do paciente e da missão.

A educação baseada em competências também é relevante. Frenk et al. (2010) defendem uma transformação da educação dos profissionais de saúde, orientada por sistemas, interdependência, aprendizagem transformadora e alinhamento entre educação e necessidades sociais. A Aeromedicina é um exemplo concreto de campo que exige essa transformação, pois o profissional não pode ser formado apenas para repetir protocolos, mas para interpretar cenários

instáveis, priorizar riscos, colaborar com outras profissões, decidir sob pressão e reconhecer limites operacionais.

A simulação realística complementa o marco teórico. McGaghie et al. (2010) indicam que a simulação em educação médica ganha força quando inclui feedback, prática deliberada, integração curricular, mensuração de resultados, fidelidade adequada, treinamento de equipe e transferência para a prática. No ambiente aeromédico, a simulação permite treinar eventos raros e críticos sem expor pacientes e equipes ao risco real, tais como falha de comunicação, deterioração em voo, evacuação de emergência, embarque de paciente ventilado, manejo de equipamento em espaço reduzido e decisão de não voar diante de condição insegura.

## 8. Eixos de abordagem

A organização do tema em eixos facilita a transição entre revisão de literatura, análise curricular e proposta de pesquisa. Os eixos abaixo sintetizam os núcleos de discussão considerados indispensáveis para a inserção da Medicina Aeroespacial na educação superior.

Eixo	Núcleo analítico	Contribuição para o currículo
1	Campo interdisciplinar	Integra saúde, aviação, fisiologia, resgate, segurança e educação.
2	Lacuna curricular	Mostra a ausência de conteúdos aeromédicos sistemáticos em formações tradicionais.
3	Competências e segurança	Relaciona aprendizagem, comunicação, decisão e segurança operacional.
4	Transporte e resgate	Aproxima universidade de necessidades reais dos sistemas de urgência.
5	Brasil, Paraguai, América Latina e Estados Unidos	Permite comparação regulatória, educacional e operacional.
6	Simulação e cenários	Favorece treino de eventos críticos, raros e de alto risco.
7	Modelos internacionais	Apoia adaptação local de experiências consolidadas.

## 9. Revisão da literatura

A literatura sobre Aeromedicina e educação superior pode ser organizada em quatro grupos: estudos sobre transporte aeromédico e resultados clínicos; documentos normativos e regulatórios; literatura de educação em saúde, competências e simulação; e experiências específicas de currículos ou treinamentos aeromédicos. Embora esses grupos nem sempre conversem diretamente, sua integração permite compreender por que o tema deve ocupar espaço acadêmico mais consistente.

No campo dos resultados clínicos, Galvagno et al. (2012) analisaram adultos com trauma maior e observaram associação entre transporte por helicóptero e maior sobrevivência quando comparado ao transporte terrestre, em determinados contextos de trauma. Em revisão Cochrane, Galvagno et al. (2015) ressaltaram que o HEMS pode beneficiar adultos com trauma maior, embora a magnitude do benefício dependa de seleção adequada, gravidade, sistema regional de trauma, capacidades da equipe e tempo até o cuidado definitivo. Mais recentemente, Deeb et al. (2023) apontaram que acesso direto a centros de trauma por HEMS pode estar associado a melhor sobrevivência após lesão grave. Esses estudos não autorizam uso indiscriminado de aeronaves, mas reforçam que decisões sobre transporte exigem conhecimento técnico e critérios de indicação.

A literatura também evidencia que a utilização do HEMS demanda diretrizes de seleção. Floccare et al. (2013), em posição conjunta envolvendo AMPA, ACEP, NAEMSP e AAEM, defenderam que sistemas de saúde devem possuir e seguir diretrizes de utilização do HEMS para facilitar seleção adequada de pacientes e garantir benefício clínico. Lenz et al. (2019) demonstraram que pedidos de HEMS podem ser avaliados segundo diferentes critérios, como CAMTS, NAEMSP e diretrizes locais, com variações relevantes de adesão. A implicação educacional é direta: estudantes e profissionais precisam aprender não apenas que o helicóptero é rápido, mas quando, por que e para quem ele é apropriado.

Na literatura educacional específica, Robinson et al. (2010) desenvolveram um currículo de transporte aeromédico para estudantes de medicina, com sessões de observação, aulas, revisão de casos, syllabus e avaliação. Os resultados indicaram aumento significativo do conhecimento e alto grau de satisfação dos participantes. Embora seja um estudo pequeno, ele possui valor estratégico, pois demonstra que a formação aeromédica pode ser incorporada ao currículo médico como experiência eletiva estruturada, mensurável e relevante. O estudo também reforça que o contato com equipe e casos reais contribui para aprendizagem significativa.

A adaptação de profissionais ao transporte crítico também aparece na literatura. Alfes et al. (2016) investigaram desafios de novos membros de equipes de transporte crítico e identificaram necessidade de mais educação e treinamento, especialmente em segurança, comunicação, ambiente operacional e crew resource management. Os autores destacaram a relevância de simulação, treinamento clínico e tempo de voo na aclimação de novos tripulantes. Esse achado converge

com a proposta deste trabalho, pois demonstra que a lacuna formativa não termina na graduação. Ela acompanha a transição para o serviço e exige educação permanente.

Os documentos regulatórios brasileiros são particularmente relevantes. A Portaria GM/MS nº 2.048/2002 estrutura o atendimento às urgências e define veículos de atendimento pré-hospitalar móvel, incluindo aeronave de transporte médico. A Resolução CFM nº 1.672/2003 trata do transporte inter-hospitalar de pacientes e reforça a necessidade de condições adequadas, equipamentos e responsabilidade médica. A Resolução COFEN nº 656/2020, alterada pela Resolução COFEN nº 660/2021, normatiza a atuação do enfermeiro em veículo aéreo, enquanto a Resolução COFEN nº 713/2022 atualiza normas para APH móvel terrestre e aquaviário e valoriza educação permanente, simulação, estudos de caso e avaliação de desempenho. Em conjunto, essas normas demonstram que o campo não é improvisado, mas regulado, complexo e dependente de formação.

A regulação aeronáutica reforça o mesmo ponto. A IS nº 135-005A da ANAC estabelece que a operação aeromédica por operadores sob RBAC nº 135 requer autorização específica, procedimentos, manuais, treinamento de tripulantes, orientação de profissionais de saúde e gestão de riscos (ANAC, 2022). O documento inclui conteúdos que podem ser traduzidos em objetivos educacionais, como CRM, segurança ao redor da aeronave, evacuação, embarque de pacientes, comunicação, características do kit aeromédico e fisiologia relacionada ao voo. A universidade, portanto, pode usar a regulação como ponto de partida para desenhar competências curriculares.

No Paraguai, a Lei nº 4.995/2013 oferece base para uma leitura educacional do tema. A norma define a educação superior como etapa voltada à formação pessoal, acadêmica e profissional, produção de conhecimentos, desenvolvimento do saber e serviço à sociedade. Também valoriza rigor científico, responsabilidade ética, inovação, pertinência de programas e desenvolvimento nacional (CONES, 2013). A Aeromedicina se alinha a esse marco, pois responde a uma necessidade social e tecnológica que demanda formação de alto nível. A ANEAES, ao enfatizar qualidade e melhoria contínua da educação superior, reforça a necessidade de programas acadêmicos pertinentes, avaliáveis e conectados às necessidades do país (ANEAES, n.d.).

No campo internacional, os referenciais dos Estados Unidos demonstram maior maturidade na institucionalização da Medicina Aeroespacial. O ACGME define a especialidade como voltada à saúde de tripulações, passageiros e pessoal de apoio em veículos aéreos e espaciais, inserida no

contexto da pós-graduação médica e das competências de prática autônoma (ACGME, 2025). A existência de milestones, guias suplementares e programas de residência indica que a Medicina Aeroespacial pode ser organizada como campo acadêmico, clínico, preventivo, ocupacional e operacional. Para a América Latina, esse modelo não deve ser copiado de forma acrítica, mas pode inspirar a construção de trajetórias formativas progressivas.

A revisão permite identificar uma lacuna central: há literatura sobre transporte, segurança, fisiologia, HEMS, simulação e competências, mas ainda há pouca produção focada especificamente na inserção sistemática da Aeromedicina na educação superior latino-americana. Essa lacuna sustenta a originalidade do projeto, pois o tema se situa entre educação, saúde e operação, com potencial para gerar proposta curricular, instrumentos de avaliação, estudos comparativos e políticas de formação.

## **10. Resultados e discussão**

A análise da literatura permite formular cinco resultados interpretativos. O primeiro é que a Aeromedicina e a Medicina Aeroespacial já possuem densidade técnica suficiente para justificar presença acadêmica própria. Não se trata de conteúdo periférico de urgência e emergência, mas de campo que possui fisiologia, regulação, equipamentos, riscos, protocolos, competências e cenários de atuação específicos. A própria existência de normas da ANAC, COFEN, CFM e Ministério da Saúde confirma que o serviço aeromédico exige preparo próprio.

O segundo resultado é a presença de lacuna curricular. O pré-projeto de tese destaca que muitos cursos de medicina e enfermagem não contemplam adequadamente a Aeromedicina em seus currículos, apesar do crescimento do transporte aeromédico e da necessidade de formação específica (Carvalho, 2025). A literatura externa reforça esse ponto indiretamente, pois estudos e diretrizes insistem na necessidade de compreensão sobre seleção de pacientes, fisiologia de voo, segurança, comunicação, CRM e critérios de utilização. Se esses conteúdos não aparecem na formação inicial, o profissional chega ao serviço com déficit conceitual que precisa ser compensado tardiamente.

O terceiro resultado é que a inserção curricular deve ser interprofissional. O ambiente aeromédico não permite atuação isolada. O médico precisa compreender limites da aeronave, o enfermeiro precisa integrar cuidado e gerenciamento de insumos, o piloto precisa receber informações relevantes sem ser pressionado clinicamente, o regulador precisa selecionar recursos

adequados e a equipe de solo precisa garantir embarque e desembarque seguros. Assim, a formação deve reunir estudantes e profissionais de diferentes áreas em cenários compartilhados, com foco em comunicação, papéis, liderança situacional e segurança.

O quarto resultado é que a simulação realística é uma estratégia central. A Aeromedicina envolve situações raras, críticas e de alto risco, como deterioração respiratória durante voo, falha de monitorização, pouso em área remota, necessidade de evacuação, decisão de cancelar missão por meteorologia ou manejo de paciente ventilado em espaço restrito. A simulação permite treinamento repetido, feedback, avaliação objetiva e aprendizagem sem exposição do paciente. Além disso, permite desenvolver competências não técnicas, como controle do estresse, consciência situacional, comunicação fechada, briefing e debriefing.

O quinto resultado é que Brasil, Paraguai, América Latina e Estados Unidos ocupam posições distintas, mas complementares. O Brasil possui regulação expressiva sobre urgência, transporte aeromédico, enfermagem aeroespacial e operação aeronáutica, o que oferece base normativa robusta. O Paraguai apresenta marco educacional que valoriza pertinência, desenvolvimento nacional e qualidade, mas ainda necessita ampliar a discussão específica sobre formação aeromédica. Os Estados Unidos oferecem exemplos de institucionalização da Medicina Aeroespacial e de currículos aeromédicos eletivos. A América Latina, como região, possui desafios geográficos, fronteiriços e sociais que tornam a formação aeromédica uma necessidade estratégica.

A discussão crítica exige reconhecer que a inserção curricular não deve ocorrer de modo improvisado. Uma disciplina de Aeromedicina sem docentes capacitados, sem simulação, sem integração com serviços e sem avaliação de competências pode reduzir o tema a conteúdo expositivo. Por outro lado, um programa bem estruturado pode incluir fundamentos teóricos, laboratório de fisiologia, simulação de cabine, protocolos de transporte, análise de casos, estágio observacional, visitas técnicas, pesquisa aplicada e extensão universitária em segurança operacional.

Do ponto de vista pedagógico, recomenda-se uma progressão em três níveis. No primeiro, a graduação deve introduzir fundamentos de Aeromedicina, fisiologia de voo, transporte de pacientes críticos, segurança e comunicação. No segundo, a pós-graduação deve aprofundar competências clínicas, operacionais e de gestão, com simulação avançada e discussão de normas.

No terceiro, a educação continuada deve recertificar equipes, avaliar desempenho, revisar eventos adversos, treinar cenários raros e atualizar protocolos conforme evidências e regulação.

A universidade pode atuar como ponte entre serviço e ciência. Muitas experiências aeromédicas permanecem restritas ao ambiente operacional e não se transformam em pesquisa, indicadores, artigos, diretrizes ou inovação pedagógica. A inserção na educação superior permite sistematizar dados, formar pesquisadores, avaliar currículos, validar instrumentos, comparar modelos internacionais e produzir conhecimento regional. Esse ponto é especialmente relevante para o projeto doutoral, pois o tema não se limita a ensinar Aeromedicina. Ele propõe investigar como a educação superior pode transformar um campo operacional em objeto de ciência, formação e política acadêmica.

**Tabela 1. Síntese de lacunas e propostas curriculares**

Lacuna identificada	Risco formativo	Proposta curricular	Estratégia avaliativa
Pouca exposição à fisiologia de voo	Decisões inadequadas antes e durante o transporte	Módulo de fisiologia aplicada ao transporte aeromédico	Estudo de caso e prova aplicada
Baixa integração entre saúde e aviação	Comunicação falha e risco operacional	Treinamento interprofissional com briefing e debriefing	Checklist de desempenho em simulação
Ausência de critérios de indicação	Uso inadequado do modal aéreo	Discussão de diretrizes de HEMS e transporte crítico	Análise de cenários e justificativa técnica
Pouca simulação de cabine	Baixa adaptação ao espaço restrito	Simulação realística de transporte e evacuação	Avaliação prática por competências
Produção científica regional limitada	Dependência de modelos externos	Iniciação científica e projetos comparativos Brasil, Paraguai e Estados Unidos	Artigo, relatório ou apresentação acadêmica

## 11. Exemplos aplicados e situações ilustrativas

### Cenário 1. Transporte inter-hospitalar de paciente crítico

Um paciente em ventilação mecânica precisa ser transferido de hospital regional para centro terciário. A equipe deve avaliar estabilidade hemodinâmica, necessidade de drogas vasoativas, autonomia de oxigênio, fixação de dispositivos, risco de expansão gasosa, comunicação com a tripulação e plano de contingência. O cenário demonstra que a competência clínica precisa ser integrada à fisiologia de voo e à logística aeronáutica.

### Cenário 2. Resgate em área remota

Uma vítima de trauma encontra-se em área de difícil acesso terrestre. A equipe precisa decidir se o helicóptero é indicado, avaliar meteorologia, zona de pouso, segurança de aproximação, comunicação com equipe de solo e prioridade de evacuação. O objetivo pedagógico

é treinar decisão sob incerteza, consciência situacional e coordenação entre saúde, resgate e aviação.

### **Cenário 3. Hipóxia e altitude**

Durante deslocamento em aeronave, um paciente com reserva respiratória limitada apresenta queda de saturação. A equipe deve reconhecer efeitos da altitude, revisar oferta de oxigênio, posição, ventilação, monitorização e possibilidade de alteração de plano de voo. O caso reforça a necessidade de ensinar fisiologia de voo a profissionais de saúde.

### **Cenário 4. Comunicação em cabine ruidosa**

A equipe identifica deterioração clínica, mas o ruído e o uso de headset dificultam a comunicação. O exercício exige comunicação fechada, padronização de mensagens, liderança situacional e decisão compartilhada. O conteúdo se relaciona ao CRM e às competências de comunicação interprofissional.

### **Cenário 5. Decisão de não voar**

A equipe recebe solicitação para paciente grave, mas as condições meteorológicas e operacionais tornam a missão insegura. O cenário ensina que segurança operacional não é obstáculo ao cuidado, mas condição ética do cuidado. A decisão de recusar ou adiar voo precisa ser compreendida como competência profissional e não como falha de assistência.

## **12. Resumo de artigo-chave**

O artigo selecionado como referência-chave é “Air Medical Transport Curriculum Provides Education for Medical Students”, de Robinson, Bolton e Burns (2010). O objetivo do estudo foi avaliar se um currículo de transporte aeromédico oferecia experiência útil e satisfatória para estudantes de medicina. A intervenção incluiu três sessões de observação de seis horas, duas horas de aulas, duas horas de revisão de casos, um syllabus extenso com artigos e position papers e uma atividade escrita. O método consistiu na análise de testes antes e depois da experiência e de avaliação dos estudantes ao final do eletivo. Os resultados indicaram aumento significativo de conhecimento, com média de acertos maior no pós-teste, além de elevada satisfação com aulas, revisão de casos e interação com a tripulação. A relevância do estudo para esta pesquisa está em demonstrar que a Aeromedicina pode ser ensinada de forma estruturada, aplicada e mensurável na formação médica. Sua principal limitação é o tamanho reduzido da amostra e o caráter localizado

da experiência, o que impede generalizações amplas. Ainda assim, o estudo oferece um modelo inicial valioso para pensar disciplinas eletivas, módulos práticos e estágios observacionais em Aeromedicina.

### **13. Desenvolvimento da pergunta de pesquisa**

A pergunta central deste trabalho indaga de que maneira a inserção das Ciências Aeromédicas e da Medicina Aeroespacial na educação superior contemporânea pode contribuir para a formação interdisciplinar, a segurança operacional e o desenvolvimento científico em saúde, transporte e resgate aeromédico. A resposta construída ao longo da revisão aponta que essa contribuição ocorre em três planos articulados.

No plano formativo, a Aeromedicina amplia a visão do estudante sobre o cuidado em saúde. Ela ensina que o paciente não existe apenas em sala de emergência, enfermaria ou unidade de terapia intensiva, mas também em deslocamento, em transição de cuidados, em ambiente restrito, em altitude, em risco de vibração, em comunicação limitada e em dependência de uma equipe que inclui profissionais de fora da saúde. Essa compreensão amplia o raciocínio clínico e desenvolve capacidade de adaptação.

No plano da segurança operacional, a inserção curricular permite que profissionais aprendam precocemente a relação entre decisão clínica e decisão aeronáutica. Um voo aeromédico seguro exige preparo do paciente, seleção adequada do modal, estabilização antes do embarque, conhecimento de equipamentos, respeito à autoridade do piloto em comando, comunicação efetiva e consciência de que nenhum benefício clínico justifica missão insegura. Ao ensinar esses princípios, a universidade contribui para cultura de segurança.

No plano científico, a inserção da Aeromedicina cria uma agenda de pesquisa. É possível investigar presença do tema nos currículos, conhecimento de estudantes, necessidades de empregadores, modelos internacionais, impacto de simulações, competências mínimas, indicadores de segurança, perfil de eventos adversos e diretrizes regionais. Assim, o tema deixa de ser apenas treinamento operacional e se torna objeto legítimo de investigação em educação superior.

Portanto, a resposta à pergunta problema é afirmativa: a inserção planejada, interdisciplinar e baseada em competências da Aeromedicina na educação superior pode contribuir de forma

significativa para a formação profissional, para a segurança do paciente, para a qualidade dos serviços aeromédicos e para o desenvolvimento científico regional. Essa contribuição, contudo, depende de desenho curricular rigoroso, docentes qualificados, integração com serviços, simulação realística e avaliação contínua.

#### 14. Cronograma de trabalho

O cronograma abaixo organiza uma proposta de continuidade do projeto de pesquisa ao longo do período acadêmico de 2026. As etapas podem ser ajustadas conforme calendário institucional, disponibilidade de fontes, validação metodológica e exigências do programa.

<b>Etapas</b>	<b>Atividades principais</b>	<b>Período sugerido</b>
Levantamento bibliográfico	Busca em bases científicas, órgãos regulatórios e documentos institucionais.	Maio a junho de 2026
Leitura e fichamento	Organização de autores, conceitos, lacunas e evidências.	Junho a julho de 2026
Construção do marco teórico	Integração entre educação superior, saúde, aviação e segurança operacional.	Julho de 2026
Análise da literatura	Comparação de modelos do Brasil, Paraguai, América Latina e Estados Unidos.	Agosto de 2026
Redação da revisão	Produção do texto acadêmico com discussão crítica.	Agosto a setembro de 2026
Revisão metodológica	Ajuste de pergunta, objetivos, método, critérios e instrumentos.	Setembro de 2026
Ajustes finais	Revisão de coerência, estilo, citações e referências.	Outubro de 2026
Entrega	Submissão da versão final ao docente e ao programa.	Outubro a novembro de 2026

#### 15. Conclusão

A inserção da Medicina Aeroespacial na educação superior contemporânea é academicamente relevante, cientificamente justificável e socialmente necessária. O crescimento dos serviços de transporte e resgate aeromédico, a complexidade fisiológica do ambiente de voo, as exigências de segurança operacional e a necessidade de trabalho interprofissional demonstram que a formação tradicional em saúde não é suficiente para preparar profissionais que atuarão em cenários aeromédicos.

A revisão desenvolvida mostra que o tema possui respaldo em literatura científica, documentos normativos e referenciais internacionais de educação em saúde. Estudos sobre HEMS e trauma indicam que o transporte aeromédico pode trazer benefícios em contextos selecionados, mas depende de critérios adequados de uso. Documentos regulatórios brasileiros demonstram que a operação aeromédica é campo técnico específico, com exigências de equipe, equipamento,

treinamento e procedimentos. A legislação educacional paraguaia e os sistemas de qualidade do ensino superior reforçam a importância de programas pertinentes, inovadores e socialmente vinculados.

A principal contribuição deste trabalho é defender que a Aeromedicina deve deixar de ser conteúdo eventual ou treinamento restrito ao serviço e passar a integrar a universidade como campo de ensino, pesquisa e extensão. Para isso, recomenda-se uma matriz progressiva, com fundamentos na graduação, aprofundamento na pós-graduação e educação permanente no serviço. Essa matriz deve incluir fisiologia de voo, transporte de pacientes críticos, HEMS, segurança operacional, CRM, legislação, comunicação interprofissional, simulação realística, ética e pesquisa aplicada.

Em resposta à pergunta de pesquisa, conclui-se que a inserção das Ciências Aeromédicas na educação superior pode contribuir para formar profissionais mais críticos, preparados e seguros, capazes de atuar em contextos complexos de saúde, transporte, resgate e aviação. Para Brasil, Paraguai, América Latina e Estados Unidos, o tema representa oportunidade de integração internacional, desenvolvimento curricular e produção de conhecimento. Para a tese de doutorado em educação, representa um objeto original, interdisciplinar e com forte pertinência social.

## **16. Linhas futuras**

As linhas futuras de pesquisa incluem o mapeamento sistemático da presença da Aeromedicina em currículos de Medicina, Enfermagem e outras áreas da saúde; a análise comparativa entre instituições do Brasil, Paraguai, América Latina e Estados Unidos; o desenvolvimento de matriz de competências para formação aeromédica; a validação de instrumentos de avaliação em simulação; e o estudo da percepção de estudantes, docentes, empregadores e profissionais atuantes no transporte aeromédico.

Também se recomenda investigar modelos de certificação acadêmica, integração entre universidades e serviços aeromédicos, impacto da simulação realística na tomada de decisão, formação de docentes em Aeromedicina, diretrizes para estágios observacionais e critérios de segurança para atividades práticas. Outra linha promissora é a análise de eventos adversos, incidentes e quase falhas no transporte aeromédico, com foco educacional e preventivo.

## **17. Limitações**

Este trabalho apresenta limitações próprias de uma revisão narrativa e seletiva. A primeira é a restrição de literatura específica sobre inserção da Aeromedicina na educação superior, especialmente em língua portuguesa e no contexto paraguaio. A segunda é a heterogeneidade das fontes, que incluem artigos científicos, normas regulatórias, documentos institucionais e materiais didáticos. Essa diversidade é necessária para compreender o fenômeno, mas impede comparações quantitativas diretas.

A terceira limitação refere-se à ausência de coleta empírica nesta etapa. O trabalho apresenta base teórica e proposta de pesquisa, mas ainda não analisa currículos reais, entrevistas, questionários ou indicadores institucionais. A quarta limitação é a necessidade de atualização permanente, pois normas aeronáuticas, diretrizes de saúde, tecnologias de transporte e modelos educacionais podem mudar rapidamente. Essas limitações indicam a necessidade de continuidade do projeto em formato de pesquisa doutoral com desenho metodológico mais robusto.

## **18. Referências**

### **A. Meus Livros**

- Carvalho, R. L. de. (2025). Pré-tese Doutorado v1 2025: A importância da inserção da Aeromedicina na educação superior contemporânea [Manuscrito não publicado]. UNICHRISTIAN.
- Carvalho, R. L. de. (2026). Materiais didáticos de Fisiologia de Voo e Operações Aeromédicas [Material de aula não publicado]. Archangelus Group International Rescue Training School.
- Carvalho, R. L. de. (2026). Aula Novembro PDF Final Raphael Lemgruber [Material de aula não publicado]. Archangelus Group International Rescue Training School.
- Zero Um. (s.d.). Transporte e Resgate Aeromédico [Material didático não publicado].
- Airbus Foundation. (2023). HEMS 2023: Training modules on helicopter emergency medical services [Material didático não publicado].

## **B. Literatura Externa**

- Accreditation Council for Graduate Medical Education. (2025). ACGME program requirements for graduate medical education in aerospace medicine. ACGME.
- Accreditation Council for Graduate Medical Education. (2025). Supplemental guide: Aerospace medicine. ACGME.
- Agência Nacional de Aviação Civil. (2022). Instrução Suplementar IS nº 135-005, Revisão A: Operação aeromédica realizada por operadores aéreos regidos pelo RBAC nº 135.
- Agencia Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior. (s.d.). Programa de evaluación de la calidad de la educación superior del Paraguay. ANEAES.
- Aerospace Medical Association. (n.d.). Aerospace medicine. AsMA.
- Alfes, C. M., Steiner, S. L., Manacci, C. F., Rutherford-Hemming, T., & Nehring, W. M. (2016). Challenges and resources for new critical care transport crewmembers: A descriptive exploratory study. *Air Medical Journal*, 35(4), 212-215.  
<https://doi.org/10.1016/j.amj.2016.04.006>
- Aranda, J. (n.d.). Aeromedical transport. Society for Academic Emergency Medicine.
- Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. (2014). Resolução CNE/CES nº 3, de 20 de junho de 2014: Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Medicina.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2002). Portaria GM/MS nº 2.048, de 5 de novembro de 2002: Regulamento Técnico dos Sistemas Estaduais de Urgência e Emergência.
- Conselho Federal de Enfermagem. (2020). Resolução COFEN nº 625/2020.
- Conselho Federal de Enfermagem. (2020). Resolução COFEN nº 656/2020, alterada pela Resolução COFEN nº 660/2021.
- Conselho Federal de Enfermagem. (2022). Resolução COFEN nº 713/2022.
- Conselho Federal de Medicina. (2003). Resolução CFM nº 1.672/2003: Dispõe sobre o transporte inter-hospitalar de pacientes e dá outras providências.

Consejo Nacional de Educación Superior. (2013). Ley n° 4.995/2013 de educación superior. República del Paraguay.

Deeb, A.-P., Teng, C. Y., Peitzman, A. B., Billiar, T. R., Sperry, J. L., Lu, L., Beiriger, J., & Brown, J. B. (2023). Direct trauma center access by helicopter emergency medical services is associated with improved survival after severe injury. *Annals of Surgery*, 278(4), e840-e847. <https://doi.org/10.1097/SLA.00000000000005812>

Floccare, D. J., Stuhlmiller, D. F. E., Braithwaite, S. A., Thomas, S. H., Madden, J. F., Hankins, D. G., Dhindsa, H., & Millin, M. G. (2013). Appropriate and safe utilization of helicopter emergency medical services: A joint position statement with resource document. *Prehospital Emergency Care*, 17(4), 521-525. <https://doi.org/10.3109/10903127.2013.804139>

Frenk, J., Chen, L., Bhutta, Z. A., Cohen, J., Crisp, N., Evans, T., Fineberg, H., Garcia, P., Ke, Y., Kelley, P., Kistnasamy, B., Meleis, A., Naylor, D., Pablos-Mendez, A., Reddy, S., Scrimshaw, S., Sepulveda, J., Serwadda, D., & Zurayk, H. (2010). Health professionals for a new century: Transforming education to strengthen health systems in an interdependent world. *The Lancet*, 376(9756), 1923-1958. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61854-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61854-5)

Galvagno, S. M., Jr., Haut, E. R., Zafar, S. N., Millin, M. G., Efron, D. T., Koenig, G. J., Jr., Baker, S. P., Bowman, S. M., Pronovost, P. J., & Haider, A. H. (2012). Association between helicopter vs ground emergency medical services and survival for adults with major trauma. *JAMA*, 307(15), 1602-1610. <https://doi.org/10.1001/jama.2012.467>

Galvagno, S. M., Jr., Sikorski, R., Hirshon, J. M., Floccare, D., Stephens, C., Beecher, D., & Thomas, S. H. (2015). Helicopter emergency medical services for adults with major trauma. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2015(12), CD009228. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009228.pub3>

Interprofessional Education Collaborative. (2023). IPEC core competencies for interprofessional collaborative practice: Version 3. Interprofessional Education Collaborative.

- Lenz, T. J., Kossyrev, E. A., & Colella, M. R. (2019). Helicopter emergency medical services utilization. *Air Medical Journal*, 38(4), 261-265.  
<https://doi.org/10.1016/j.amj.2019.03.004>
- McGaghie, W. C., Issenberg, S. B., Petrusa, E. R., & Scalese, R. J. (2010). A critical review of simulation-based medical education research: 2003-2009. *Medical Education*, 44(1), 50-63. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2009.03547.x>
- Robinson, K. J., Bolton, L., & Burns, K. (2010). Air medical transport curriculum provides education for medical students. *Air Medical Journal*, 29(5), 253-256.  
<https://doi.org/10.1016/j.amj.2010.05.008>
- World Health Organization. (2010). Framework for action on interprofessional education and collaborative practice. WHO.

#### **Nota metodológica final**

Este manuscrito foi elaborado como proposta acadêmica e revisão seletiva de literatura. As referências internas foram identificadas como materiais não publicados quando não havia dados editoriais completos. Recomenda-se, antes da submissão final, revisar com o docente a preferência institucional entre APA 7 e Vancouver para citações de documentos biomédicos.