



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
COORDENADORIA ACADÊMICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2020

**ISAIAS LEITE LOURENÇO**, Cap Esp Com

**Sustentabilidade:** criação de indicadores para o sistema de climatização do ICEA

Rio de Janeiro  
2020

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
COORDENADORIA ACADÊMICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2020

**ISAIAS LEITE LOURENÇO**, Cap Esp Com

**Sustentabilidade:** criação de indicadores para o sistema de climatização do ICEA

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de MBA em Gestão Pública com Ênfase em Gestão de Projetos e Processos.

Área de Concentração: Administração Militar  
Orientadora: Maj Int Jaqueline de A. Bruno

Rio de Janeiro  
2020

**ISAIAS LEITE LOURENÇO, Cap Esp Com**

**Sustentabilidade:** criação de indicadores para o sistema de climatização do ICEA

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica.

Aprovado por:

---

Jaqueline de Azevedo Bruno Maj Int  
EAOAR

---

Biagio Agrelli de Sales Maj Av  
EAOAR

---

Janiny Mancini Rodrigues Silva de Paiva Valente Maj Med  
EAOAR

Rio de Janeiro  
Julho de 2020

## RESUMO

O presente ensaio foi desenvolvido a partir da análise do parque de equipamentos de climatização do Instituto de Controle do Espaço Aéreo, que mostrou quantidade considerável de aparelhos com baixa eficiência energética e utilização de gases nocivos à camada de ozônio. Dessa forma, defende-se que a criação de indicadores específicos para a área de climatização no ICEA permitirá maior monitoramento e avaliação das práticas de sustentabilidade do Instituto. Argumenta-se que eles determinarão melhoria na qualidade do gasto público, por meio da geração de dados para tomada de decisão; e também influenciarão a preservação do meio ambiente, na medida em que estarão alinhados a metas nacionais e internacionais de sustentabilidade. Nesse contexto, foram consideradas as recomendações do Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL) e do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs, lastreado pelo Protocolo de Montreal, que prevê o esforço mundial para eliminação do hidroclorofluorcarbono (HCFC), composto químico danoso à camada de ozônio. Serão apresentados dois indicadores: um para monitorar a redução de equipamentos de climatização com baixa eficiência, e outro para monitorar a redução de equipamentos com gases danosos à camada de ozônio. Assim, o parecer deste autor é que o ICEA crie indicadores para seu parque de equipamentos de climatização usando a abordagem aqui apresentada podendo, inclusive, aperfeiçoá-la.

**Palavras-chave:** Climatização. Gasto público. Hidroclorofluorcarbono. Indicador.

## 1 INTRODUÇÃO

O Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA) é uma Organização subordinada ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) que tem a missão de capacitar recursos humanos, e realizar pesquisas e desenvolvimentos no âmbito do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB) (BRASIL, 2019a). Para atingir o seu fim, a Organização dispõe de modernos laboratórios de instrução de tráfego aéreo, além de salas técnicas que abrigam equipamentos de simulação e operações reais, os quais necessitam de condições específicas de climatização para funcionarem adequada e ininterruptamente. Além disso, a unidade também dispõe de um Hotel de Trânsito com mais de 100 quartos, todos climatizados, destinados aos alunos em curso no ICEA. Para atender todas essas demandas, o Instituto contabiliza 500 equipamentos de ar-condicionado em todas as suas instalações.

O Plano de Logística Sustentável (PLS) do ICEA registrou aumento no consumo de energia elétrica no período 2018-2019. Além disso, o Instituto realizou inventário nos equipamentos de climatização da Organização, mostrando quantidades consideráveis de aparelhos com baixa eficiência energética, além de três quartos do total de máquinas climatizadoras estarem equipadas com gases refrigerantes nocivos à camada de ozônio. Analisando amiúde o PLS, não foram encontrados indicadores que apontassem ações específicas para climatização, ao contrário do que foi observado em outras áreas (consumo de papéis, cartuchos de toner, copos plásticos e energia elétrica). Brasil (2008) afirma que o uso de indicadores de desempenho é deveras importante na tomada de decisão e imprescindível na gestão com foco na eficácia e na eficiência dos processos e projetos desenvolvidos pelo DECEA e Organizações subordinadas.

A partir da interligação desses fatos, defende-se que a criação de indicadores específicos para a área de climatização no ICEA permitirá maior monitoramento e avaliação das práticas de sustentabilidade do Instituto. Argumenta-se que eles determinarão melhoria na qualidade do gasto público, por meio da geração de dados para tomada de decisão; e também influenciarão a preservação do meio ambiente, na medida em que estarão alinhados a metas nacionais e internacionais de sustentabilidade.

## **2 INDICADORES**

Brasil (2018b) define indicadores como instrumentos de medida da intervenção pública para fins de monitoramento e avaliação. Afirma que ela está inserida em um ciclo que começa com a identificação de um problema. Em seguida, há os processos de constituição de agenda, planejamento, priorização de ações, e a implementação da intervenção. Nesta fase, o ciclo prevê a etapa de monitoramento, seguido de avaliação de resultados.

Segundo Brasil (2018b) os indicadores são classificados quanto ao fluxo de implementação e quanto ao desempenho. Quanto ao fluxo, subdividem-se em: insumo (médicos / mil habitantes, por exemplo); processo (percentual de liberação de recursos financeiros, por exemplo); produto (percentual de entrega de uma obra, por exemplo); resultado (taxa de homicídio, por exemplo); e impacto (PIB per capita, por exemplo). Quanto ao desempenho, classificam-se em: economicidade (minimização de custos sem comprometer qualidade); eficiência (o quanto se produz com os meios existentes); eficácia (o quanto um programa atinge as metas definidas); e efetividade (mede efeitos positivos e negativos de uma ação).

A medida sistemática do desempenho, por meio de indicadores, permite a organização realizar ações tempestivas ao ocorrerem desvios em determinada atividade, conforme nos mostra Uchoa (2013). Daí seu principal benefício: a organização assimila o que produz resultados positivos e aloca recursos onde devem ser investidos, além de melhorar o que não resultou efeito desejado.

A ausência de indicadores inviabiliza o acompanhamento de políticas (ou a criação de novas), na medida em que, na falta de dados, o tema não é pensado ou fica dependente de vontades, em detrimento da obrigação de estabelecer objetivos e perseguir metas.

### **2.1 Indicadores de sistemas de climatização associados à melhoria do gasto público**

Brasil (2012) define aquisições de aparelhos de ar-condicionado modernos e eficientes como boas práticas de sustentabilidade, a fim de reduzir o consumo de energia. Também nos informa que critérios de sustentabilidade são parâmetros que a Organização usa para avaliação e comparação de bens, materiais ou serviços, considerando impactos ambientais, sociais e econômicos. Em se tratando de economia do gasto público associada a equipamentos de climatização, há de se

considerar como critério a classificação de eficiência energética do Selo PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), adotado para condicionadores de ar desde 2007, conforme aprovado em Brasil (2007). Esse programa divide os equipamentos em classes de consumo energético, sendo as classes “A” e “B” mais eficientes, e as “C” e “D” menos eficientes.

Segundo Ferreira, Cassiolato e Gonzalez (2007), indicador é uma medida, de ordem quantitativa, que possui significado particular e usada para organizar e colher as informações relevantes dos elementos que compõem o objeto da observação. Assim, considerando-se que o inventário de equipamentos de climatização (objeto da informação) registrou um percentual de 74% de equipamentos classificados nas categorias de menor eficiência (informação relevante), o parque atual de equipamentos de climatização apresenta baixa eficiência energética (significado particular), sendo pertinente a construção de indicador de desempenho para monitorar e avaliar a eficácia e eficiência das ações empreendidas para solução do problema. A ideia de comparação nos leva a um objetivo a ser perseguido (substituição por equipamentos eficientes), por meio de uma meta a ser alcançada. Este aspecto ressalta a importância de um indicador que expresse o grau de substituição das máquinas com baixa eficiência, mostrando transparência às partes envolvidas (ICEA, alunos, órgãos de controle) e aos patrocinadores (DECEA e sociedade brasileira). Assim, reforça-se o conceito de indicador como mecanismo de monitoramento e avaliação.

O indicador, porém, para ter validade precisa estar alinhado ao planejamento estratégico da Instituição. Nesse contexto, o Plano Estratégico Militar da Aeronáutica definiu como diretriz geral a busca, tanto no ambiente administrativo quanto no operacional, pela eficiência na utilização de recursos materiais, humanos e financeiros disponibilizados (BRASIL, 2018a).

Expostos esses fatos, pode-se quantificar um indicador por meio de uma relação entre a quantidade substituída de equipamentos com baixa eficiência e o total do parque de climatizadores do ICEA, considerando-se um intervalo temporal. Assim, obtém-se o indicador redução de equipamentos de climatização com eficiência baixa ( $R_{EB}$ ), expresso em %.

$$R_{EB} = \frac{n^{\circ} \text{ equipamentos substituídos}}{\text{total do parque}} \times 100 \quad (1)$$

Ele nos informa a velocidade de substituição de máquinas com baixa eficiência, uma informação subsidiada que permitirá acompanhamento criterioso tanto pelo setor técnico, realizando relatórios sobre influências no consumo de energia elétrica; como pelo setor administrativo, controlando o orçamento. A meta definida por este indicador, também pode ser usada como parâmetro para o planejamento orçamentário vindouro da Unidade. Assim, norteará ações para melhoria da qualidade do gasto público, na medida em que apontará a evolução das ações da administração em adequar seu parque aos requisitos de eficiência energética, buscando redução na conta de energia elétrica.

## **2.2 Indicadores de sistemas de climatização como fator associado à preservação ambiental**

Outro aspecto que o levantamento de equipamentos de climatização do ICEA suscitou foi a questão ambiental: mais de 75% utiliza gás refrigerante R22, um dos gases à base de hidroclorofluorcarbono. Além disso, aproximadamente 10% dos equipamentos apresentam vazamentos desses gases.

O Protocolo de Montreal, em vigor desde 1989 e reconhecido por Brasil (1990), prevê o esforço em escala mundial para redução das emissões de hidroclorofluorcarbono (HCFC) na atmosfera, pois reage com as moléculas de ozônio (O<sub>3</sub>) na presença de raios ultravioletas, desfazendo suas ligações químicas, liberando monóxido de cloro (ClO) e oxigênio (O<sub>2</sub>), conforme nos informa Molina e Rowland (1974) por meio da seguinte equação química:



O efeito cumulativo é a destruição progressiva do ozônio presente na atmosfera, reduzindo sua camada, a proteção natural da Terra contra radiações ultravioletas provenientes do Sol. Brasil (2015) aponta que essas radiações são prejudiciais à fisiologia humana e podem causar danos à saúde (envelhecimento precoce, supressão do sistema imunológico e desenvolvimento do câncer de pele).

A resposta do Protocolo de Montreal foi o desenvolvimento de gases ecologicamente aceitos, tais como o R-410A e R-134A, que não possuem HCFC em seus compostos, conforme indicado em Daikin (2019).

Brasil (2015) nos informa sobre o Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (lastreado pelo Protocolo de Montreal), que definiu metas de eliminação do consumo dessas substâncias: em 2020, redução de 35% do consumo; em 2025, redução de 67,5%; em 2030, redução de 97,5%; e em 2040, redução total do consumo.

Considerando um indicador que designe os fatores  $E_{22atual}$  e  $E_{22ant}$  como quantidades de equipamentos que usam gás R22 no ano atual e no anterior, respectivamente; e o fator  $E$  como número total do parque de climatizadores de ar do ICEA, pode-se definir o indicador de desempenho redução de equipamentos com gás R22,  $R_{E22}$ , como

$$R_{E22} = \frac{|E_{22atual} - E_{22ant}|}{E} \times 100 \quad (3)$$

Brasil (2019b) normatiza o planejamento e coordenação de ações aplicadas à sustentabilidade ambiental como diretriz voltada para o atendimento da missão do DECEA — e aplicadas a todas as organizações subordinadas. Porém, o Plano de Logística Sustentável do ICEA não dispõe de ferramentas para controle de gases refrigerantes, comprometendo a execução plena da ação desse Plano, qual seja minimizar os impactos ambientais oriundos das atividades da Organização. O uso do indicador motivará a Organização a assimilar resultados, alocar recursos e melhorar processos.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preocupação com a qualidade do gasto público e preservação ambiental são indissociáveis, devendo a administração pública zelar por ambas. A análise do parque de equipamentos de climatização do ICEA mostrou quantidades consideráveis com baixa eficiência energética, além de conterem gases refrigerantes nocivos à camada de ozônio. Apesar disso, o Plano de Logística Sustentável da unidade não contempla indicadores de desempenho que apontem ações para a área de climatização. Adicionalmente, houve aumento no consumo de energia elétrica no ICEA em 2018.

A interligação desses fatores motivou a defesa da criação de indicadores de desempenho para o sistema de climatização do ICEA, com o fito de permitir maior

monitoramento e avaliação das práticas de sustentabilidade no Instituto, tendo em vista sua natureza como instrumentos de medida da intervenção para fins de monitoramento e avaliação. Uma vez postos em prática, serão vetores para melhoria na qualidade do gasto público e preservação do meio ambiente. Os indicadores propostos vão ao encontro das diretrizes do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica e das do Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Além disso, visam atender ao Protocolo de Montreal, esforço em escala mundial para redução das emissões de hidroclorofluorcarbono (HCFC) na atmosfera.

Em síntese, a adoção de indicadores de sustentabilidade ambiental para climatização permitirá ao ICEA empreender ações tempestivas para melhoria na qualidade do gasto público, e adequar seu Plano de Logística Sustentável a padrões de Organizações com reconhecimento nacional e internacional.

Assim, este autor é de parecer que o ICEA crie indicadores para seu parque de equipamentos de climatização usando a abordagem aqui apresentada podendo, inclusive, aperfeiçoá-la. Além disso, por ser tema comum a praticamente todas as organizações militares, este ensaio acadêmico poderá ser utilizado como motivação inicial para as demais unidades da FAB avaliarem a situação de seus parques, e adotarem ações saneadoras pertinentes.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria nº 282/DGCEA, de 23 de setembro de 2008. Aprova a edição da DCA 11-17, **Indicadores de Desempenho para o DECEA e Organizações Subordinadas**. Boletim do Comando da Aeronáutica, Rio de Janeiro, n.201, 22 out. 2008

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria nº 127/SDAD, de 06 de maio de 2019. **Aprova reedição do Regimento Interno do Instituto de Controle do Espaço Aéreo**. Boletim do Comando da Aeronáutica, n. 86, 22 maio 2019a.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria nº 136/APLOG-4, de 1º de novembro de 2019. **Aprova a reedição do Plano Setorial do Departamento de Controle do Espaço Aéreo para o quadriênio 2020 a 2023**. Boletim do Comando da Aeronáutica, Rio de Janeiro, n. 234, 30 dez. 2019b.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Portaria nº 2.102/GC3, 18 de dezembro de 2018. **Aprova a reedição do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica**. Boletim do Comando da Aeronáutica, Rio de Janeiro, n.22, 20 dez. 2018a.

BRASIL. Decreto 99.280, de 06 de junho de 1990. Promulgação da Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio e do Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1990.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs – PBH: treinamento e capacitação para boas práticas em sistemas de ar-condicionado do tipo split**. Brasília: MMA, 2015.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Secretaria de Planejamento e Assuntos Econômicos. **Indicadores – Orientações Aplicadas à Gestão Pública** – Brasília: MP, 2018b.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instrução Normativa nº 10, de 12 de novembro de 2012. Estabelece regras para elaboração dos Planos de Logística Sustentável que trata o art. 16, do Decreto nº 7.746, de 05 de junho de 2012, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 2012, n. 220, p. 113, 14 nov. 2012.

BRASIL. Portaria Interministerial nº 364, de 24 de dezembro de 2007. Aprova a Regulamentação Específica de Condicionadores de Ar, na forma constante dos Anexos à Presente Portaria. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2007.

DAIKIN MCQUAY AR-CONDICIONADO BRASIL LTDA. **Gás ecológico. Tecnologia e inovação pensadas no meio ambiente**. Disponível em <https://www.daikin.com.br/diferenciais/gas-ecologico>. Acesso em: 7 set. 2019

FERREIRA, H., CASSIOLATO, M., GONZALEZ, R. **Como Elaborar Modelo Lógico de Programas**: um roteiro básico. Brasília: IPEA, 2007.

MOLINA, M. J.; ROWLAND, F.S. Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atomic-analyzed destruction of ozone. **Nature**, London, v. 249, p. 810-812, jun. 1974.

UCHOA, C. E. **Elaboração de indicadores de desempenho institucional**. Brasília: ENAP/DDG, 2013.