

**MINISTÉRIO DA DEFESA
COMANDO DA AERONÁUTICA**



TRÁFEGO AÉREO

MCA 100-17

CAPACIDADE DE SETOR ATC

2014

MINISTÉRIO DA DEFESA
COMANDO DA AERONÁUTICA
DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO



TRÁFEGO AÉREO

MCA 100-17

CAPACIDADE DE SETOR ATC

2014



MINISTÉRIO DA DEFESA
COMANDO DA AERONÁUTICA
DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO

PORTARIA DECEA Nº 81/SDOP, DE 6 DE AGOSTO DE 2014.

Aprova a edição do Manual do Comando da Aeronáutica que trata da “Capacidade de Setor ATC”.

O CHEFE DO SUBDEPARTAMENTO DE OPERAÇÕES DO DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO, no uso das atribuições que lhe confere o art. 1º, inciso III, alínea “f”, da Portaria DECEA nº 1-T/DGCEA, de 2 de janeiro de 2014, resolve:

Art. 1º Aprovar a edição do MCA 100-17 “Capacidade de Setor ATC”, que com esta baixa.

Art. 2º Esta Instrução entra em vigor na data de sua publicação.

Brig Ar GUSTAVO ADOLFO CAMARGO DE OLIVEIRA
Chefe do SDOP

SUMÁRIO

1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES	7
1.1 <u>FINALIDADE</u>	7
1.2 <u>ÂMBITO</u>	7
2 ABREVIATURAS	8
3 CONCEITUAÇÕES.....	9
3.1 <u>BALANCEAMENTO</u>	9
3.2 <u>CAPACIDADE DE SETOR ATC (N)</u>	9
3.3 <u>CAPACIDADE DE SETOR ATC AJUSTADA</u>	9
3.4 <u>CAPACIDADE DE SETOR ATC CALCULADA</u>	9
3.5 <u>CAPACIDADE DE SETOR ATC DECLARADA</u>	9
3.6 <u>CAPACIDADE DE SETOR ATC ESTIMADA</u>	9
3.7 <u>CAPACIDADE DE SETOR ATC REFERENCIAL</u>	9
3.8 <u>CAPACIDADE HORÁRIO DE SETOR ATC</u>	9
3.9 <u>CARGA DE TRABALHO DO ATCO</u>	9
3.10 <u>DEMANDA DE TRÁFEGO AÉREO</u>	9
3.11 <u>DESBALANCEAMENTO</u>	10
3.12 <u>DESVIO PADRÃO</u>	10
3.13 <u>GERENCIAMENTO DE FLUXO DE TRÁFEGO AÉREO</u>	10
3.14 <u>INSTANTE PICO DE TRÁFEGO</u>	10
3.15 <u>MEDIDAS ATFM</u>	10
3.16 <u>NÚMERO PICO DO SETOR ATC</u>	10
3.17 <u>ÓRGÃO ATC</u>	10
3.18 <u>SETOR DE CONTROLE</u>	10
4 INTRODUÇÃO	11
5 GENERALIDADES	12
5.1 <u>FATORES DE PLANEJAMENTO</u>	12
5.2 <u>FATORES RELATIVOS ÀS OPERAÇÕES ATC</u>	12
6 MODELO MATEMÁTICO	13
6.1 <u>CÁLCULO DA CAPACIDADE</u>	13
6.2 <u>CONSIDERAÇÕES SOBRE OS TERMOS DO MODELO MATEMÁTICO</u>	13
6.3 <u>CONSTANTE 1,30</u>	14
6.4 <u>CAPACIDADE HORÁRIA DO SETOR</u>	15
7 METODOLOGIA APLICADA	17
7.1 <u>CAPACIDADE CALCULADA DOS SETORES ATC</u>	17
7.2 <u>CAPACIDADE AJUSTADA DOS SETORES ATC</u>	24
7.3 <u>CAPACIDADE ESTIMADA DOS SETORES ATC</u>	24
8 DISPOSIÇÕES FINAIS.....	25
REFERÊNCIAS	26

1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

1.1 FINALIDADE

O presente Manual tem por finalidade estabelecer os procedimentos a serem empregados no cômputo da capacidade de setores ATC de um APP ou ACC.

1.2 ÂMBITO

Os procedimentos aqui descritos, de observância obrigatória, devem ser aplicados por todos os profissionais envolvidos no processo de determinação da capacidade de setores ATC de um APP ou ACC.

2 ABREVIATURAS

ACC	- Centro de Controle de Área
APP	- Controle de Aproximação
ATC	- Controle de Tráfego Aéreo
ATCO	- Controlador de Tráfego Aéreo
ATFM	- Gerenciamento de Fluxo de Tráfego Aéreo
CGNA	- Centro de Gerenciamento da Navegação Aérea
CHS	- Capacidade Horária do Setor
CT	- Carga de Trabalho do ATCO
DECEA	- Departamento de Controle do Espaço Aéreo
EUROCONTROL	- Controle de Tráfego Aéreo da Europa
FPV	- Ficha de Progressão de Voo
GEIV	- Grupo Especial de Inspeção ao Voo
IAC	- Carta de Aproximação e de Pouso por Instrumentos
ILS	- Sistema de pouso por instrumentos
SISCEAB	- Sistema do Controle do Espaço Aéreo Brasileiro
SID	- Saída Padrão por Instrumentos
STAR	- Rota padrão de chegada em Terminal
TTS	- Tempo médio de tarefas secundárias
TTSmin	- Tempo mínimo de tarefas secundárias
Tcom	- Tempo médio de comunicações com as aeronaves
Tcommin	- Tempo mínimo de comunicações com as aeronaves
Tmax	- Tempo máximo de permanência no setor
T	- Tempo médio de permanência no setor
UTC	- Tempo Universal Coordenado

3 CONCEITUAÇÕES

Os termos e expressões empregados nesta publicação têm os seguintes significados:

3.1 BALANCEAMENTO

Relação de equilíbrio entre a demanda de tráfego aéreo e as capacidades ATC declaradas.

3.2 CAPACIDADE DE SETOR ATC (N)

Número de aeronaves sob responsabilidade simultânea de um Setor de Controle ATC.

3.3 CAPACIDADE DE SETOR ATC AJUSTADA

Adequação dos valores da Capacidade de Setor ATC Calculada, em função da criação e/ou aprimoramento de procedimentos operacionais para a redução dos parâmetros do modelo matemático de Capacidade de Setor ATC, principalmente o TCom.

3.4 CAPACIDADE DE SETOR ATC CALCULADA

Resultado numérico encontrado no cálculo do modelo matemático de capacidade ATC.

3.5 CAPACIDADE DE SETOR ATC DECLARADA

Número de aeronaves dentro de uma porção específica do espaço aéreo, em um dado período de tempo, levando-se em conta as condições meteorológicas, a configuração do órgão ATC, o efetivo operacional e os equipamentos disponíveis, bem como quaisquer outros fatores que possam afetar a carga de trabalho do controlador responsável pelo espaço aéreo.

3.6 CAPACIDADE DE SETOR ATC ESTIMADA

Número de aeronaves estimadas por setor, nos casos em que não há amostras suficientes para o cálculo da Capacidade ATC.

3.7 CAPACIDADE DE SETOR ATC REFERENCIAL

Número ótimo de aeronaves em controle simultâneo dentro de um setor ATC.

3.8 CAPACIDADE HORÁRIO DE SETOR ATC

Número de aeronaves que determinado setor de controle ATC é capaz de prestar serviço de controle de tráfego aéreo, no período de uma hora. Representa a capacidade que o setor tem de fazer fluir o tráfego.

3.9 CARGA DE TRABALHO DO ATCO

É o tempo utilizado pelo ATCO no processamento de todas as tarefas que uma posição de controle exige, em um intervalo de tempo, para manter o tráfego seguro e ordenado.

3.10 DEMANDA DE TRÁFEGO AÉREO

O número de aeronaves que requisitam os serviços do sistema ATM em um dado período de tempo.

3.11 DESBALANCEAMENTO

Situação em que a demanda de tráfego aéreo é superior à Capacidade de Setor ATC Declarada ATC e/ou de aeródromo.

3.12 DESVIO PADRÃO

É a medida de dispersão mais usada, que pode ser considerada como uma medida de variabilidade dos dados de uma distribuição de frequências. Isto é, o desvio padrão mede a dispersão dos valores individuais em torno da média.

3.13 GERENCIAMENTO DE FLUXO DE TRÁFEGO AÉREO

Serviço estabelecido com o objetivo de contribuir para um fluxo de tráfego aéreo seguro, ordenado e eficiente, assegurado que a capacidade ATC seja utilizada na sua máxima extensão possível e que a demanda de tráfego seja compatível com as capacidades declaradas pela autoridade competente.

3.14 INSTANTE PICO DE TRÁFEGO

Período em que ocorre o maior número de tráfegos simultâneos, considerando-se o intervalo de 3 minutos.

3.15 MEDIDAS ATFM

Procedimentos adotados visando a maximizar o uso das capacidades declaradas e/ou ajustar o fluxo de tráfego aéreo em uma determinada porção do espaço aéreo, ao longo de uma determinada rota, ou em um determinado aeródromo, de forma a evitar o desbalanceamento.

3.16 NÚMERO PICO DO SETOR ATC

É a capacidade de controle simultâneo que um determinado setor ATC tem condições de manter, por no máximo 19 (dezenove minutos) em uma hora, contínuo ou não, fins de atender um aumento de demanda de curta duração. Durante este período, o ATCO experimentará uma sobrecarga de trabalho controlado. Caso se observe que a situação tenda a se prolongar, medidas ATFM deverão ser tomadas.

3.17 ÓRGÃO ATC

Órgão operacional responsável pela prestação dos serviços de controle de tráfego, além dos serviços de informação de voo e de alerta.

3.18 SETOR DE CONTROLE

Subdivisão de um órgão ATC, no qual se prestam os serviços de tráfego aéreo, em porções distintas do espaço aéreo.

4 INTRODUÇÃO

4.1 O transporte aéreo é um dos setores que mais cresce no mundo. A demanda por este meio de transporte está aumentando dia a dia e é diretamente afetado pelo crescimento econômico mundial. Essa constante expansão acarreta o aumento da demanda de serviços que apoiam o transporte aéreo, tanto no espaço aéreo (Infraestrutura de Tráfego Aéreo) quanto nas operações terrestres (Infraestrutura Aeroportuária).

4.2 Congestionamentos e atrasos são dois termos frequentemente usados no ambiente do transporte aéreo atual. Estes são também problemas crescentes enfrentados pelas transportadoras aéreas comerciais, Autoridades Aeronáuticas e Autoridades de Aviação Civil em todo o mundo. Com o objetivo de manter o fluxo de tráfego aéreo próximo das condições ótimas e para evitar possíveis sobrecargas dos setores de controle, buscando-se a manutenção da sua Capacidade Declarada, o DECEA desenvolveu métodos para padronizar o cálculo de capacidade dos setores ATC, visando assim, acompanhar a evolução da demanda de tráfego aéreo e proporcionar subsídios que possibilitem ao CGNA a emissão de recomendações operacionais aos órgãos ATC de interesse, com a finalidade de otimizar a fluidez de tráfego aéreo, maximizando, assim, a Capacidade Horária do Setor.

4.3 Dois métodos estão sendo adotados para o cálculo de capacidade dos setores ATC. Um deles será aplicado aos setores que ainda não tenham uma demanda significativa a ponto de comprometer a operação. Sua finalidade será estabelecer um parâmetro básico entre demanda e capacidade ATC, sendo essa relação acompanhada pelo CGNA. O método apresentado é uma forma simplificada de obter uma estimativa da capacidade de Setor ATC. Este método é denominado de Capacidade de Setor ATC Estimada.

4.4 Conforme a evolução do tráfego nos setores ATC onde a demanda esteja aproximando-se de níveis que indiquem uma tendência de congestionamento, será aplicado outro método mais detalhado para o cálculo da referida capacidade, que levará em consideração não só o tempo de permanência do setor, mas também outros parâmetros como tempo de comunicação com a aeronave e o tempo de atividade secundária do controlador, que interferem significativamente na Capacidade de Setor ATC. Este método é denominado de Capacidade de Setor ATC Calculada.

5 GENERALIDADES

Para a determinação da capacidade dos setores ATC, os seguintes fatores são considerados:

- a) Fatores de Planejamento; e
- b) Fatores relativos às operações ATC.

5.1 FATORES DE PLANEJAMENTO

Os fatores de planejamento são elementos utilizados para a simplificação dos modelos matemáticos ou dos aspectos operacionais que influenciam a determinação da capacidade dos setores ATC. Os mais comumente aplicados são:

- a) Condições ideais de sequenciamento e de coordenação de tráfego aéreo;
- b) Todas as equipes operacionais são consideradas com o mesmo desempenho operacional; e
- c) Todos os equipamentos de radionavegação e de auxílios visuais são considerados, técnica e operacionalmente, sem restrições; e todos os equipamentos de comunicações (VHF/Telefonia) são considerados operacionais.

5.2 FATORES RELATIVOS ÀS OPERAÇÕES ATC

- a) Tempos médios de permanência no setor;
- b) Tempos médios de atividade secundária do controlador;
- c) Tempos médios de comunicação com a aeronave;
- d) Fator cognitivo do controlador;
- e) Fator de convergência relativo ao tempo de permanência no setor;
- f) Corredor visual;
- g) Configuração das pistas de pouso;
- h) Rota padrão de chegada em terminal (STAR);
- i) Distribuição de setores ATC;
- j) Distribuição das aerovias no setor;
- k) Procedimentos Operacionais (Modelo Operacional e Manual de Operações);
- l) Procedimentos de Navegação Aérea (SID, IAC e etc).

6 MODELO MATEMÁTICO

6.1 CÁLCULO DA CAPACIDADE

6.1.1 A Capacidade de Setores ATC é calculada a partir do modelo matemático, conforme abaixo:

$$N_{Ref} = \frac{T \times \alpha_n}{(TCom + TTS) \times 1,30} \quad , \text{ onde :}$$

N_{Ref}	Capacidade de Setor ATC Calculada
T	Tempo médio de permanência da aeronave no setor (em segundos)
α_n	Fator de convergência
$TCom$	tempo médio de comunicação do ATCO (transmissão e recepção) com a aeronave (em segundos)
TTS	tempo médio despendido pelo ATCO em tarefas secundárias (em segundos)
1,30	fator cognitivo

6.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS TERMOS DO MODELO MATEMÁTICO

6.2.1 NÚMERO DE REFERÊNCIA (NRef)

6.2.1.1 O NRef expressa o número ótimo de aeronaves em controle simultâneo que um determinado setor ATC é capaz de manter por um período de tempo, sem que, em momento algum, esse número de aeronaves controladas simultaneamente provoque uma sobrecarga de trabalho para ATCO. Deve-se levar em conta que a capacidade calculada de um setor é o Nref.

6.2.2 TEMPO MÉDIO DE PERMANÊNCIA NO SETOR (T)

6.2.2.1 É o período de tempo médio de permanência do tráfego entre o primeiro e o último contato com o ATCO responsável pelo setor ou agrupamento de setores.

6.2.3 FATOR DE CONVERGÊNCIA (AN)

6.2.3.1 É um fator de redução do tempo médio de permanência do tráfego no setor (T). O fator de convergência tem a função de minimizar os efeitos discrepantes em setores grandes para que NRef não seja maior que 18 tráfegos. Este limitador foi baseado em comparações com modelos de outros países (EUA, México e países da Europa), que levam em consideração a capacidade horária, carga de trabalho dos controladores e a capacidade de controle simultâneo.

6.2.4 TEMPO DE COMUNICAÇÕES (TCOM)

6.2.4.1 O Tcom é a soma dos tempos de comunicações entre o ATCO e as aeronaves, em um determinado período de tempo, dividido pela quantidade de aeronaves que mantiveram contato neste mesmo período.

6.2.5 TEMPO MÉDIO DE TAREFAS SECUNDÁRIAS DO ATCO (TTS)

6.2.5.1 O TTS é o tempo médio utilizado pelo ATCO na execução das tarefas de coordenação, preenchimento de FPV, atualização de tela e qualquer outra atividade visível inerente ao serviço de tráfego aéreo, exceto o uso de canal de comunicação com a aeronave.

6.2.6 A condição matemática (Para $N_n \geq N_{n-1}$, use N_n . Caso contrário, use N_{n-1}) serve para corrigir possíveis falhas da utilização de intervalos para T.

6.3 CONSTANTE 1,30

6.3.1 A constante 1,30 é a adição de 30% do tempo empregado nas tarefas de TCom e TTS. Refere-se ao estado de pensar do ATCO (fator cognitivo) durante o tempo gasto nas funções de planejamento, organização do tráfego e vigilância radar.

6.3.2 FÓRMULA REDUZIDA

A partir da fórmula completa descrita no item 6.1.1, pode-se encontrar a fórmula reduzida, utilizando-se o conceito de Carga de Trabalho (CT), conforme abaixo:

$$CT = (TCom + TTS) \times 1,30$$

Então,

$$N_{Ref} = \frac{T \times \alpha_n}{CT}, \text{ onde :}$$

CT: Tempo médio utilizado pelo ATCO para realizar todas as tarefas necessárias para efetuar o controle de tráfego aéreo em uma posição ATC (em segundos)

6.3.3 FATOR DE CONVERGÊNCIA

6.3.3.1 O fator de convergência tem por finalidade limitar o NRef. Para cada classe de tempo médio de permanência no setor (T), foi estabelecido um coeficiente (α_n), conforme abaixo:

$$\begin{aligned} T \leq 900 \text{ seg} &\Rightarrow \alpha_1 = 1; \\ 900 \text{ seg} < T \leq 1000 \text{ seg} &\Rightarrow \alpha_2 = 0,95 ; \\ 1000 \text{ seg} < T \leq 1100 \text{ seg} &\Rightarrow \alpha_3 = 0,90 ; \\ 1100 \text{ seg} < T \leq 1200 \text{ seg} &\Rightarrow \alpha_4 = 0,85 ; \\ 1200 \text{ seg} < T \leq 1300 \text{ seg} &\Rightarrow \alpha_5 = 0,80 ; \\ 1300 \text{ seg} < T \leq 1400 \text{ seg} &\Rightarrow \alpha_6 = 0,75 ; \\ 1400 \text{ seg} < T \leq 1500 \text{ seg} &\Rightarrow \alpha_7 = 0,71 ; \\ 1500 \text{ seg} < T \leq 1600 \text{ seg} &\Rightarrow \alpha_8 = 0,68 ; \\ 1600 \text{ seg} < T \leq 1700 \text{ seg} &\Rightarrow \alpha_9 = 0,65 ; e \\ T > 1700 \text{ seg} &\Rightarrow \alpha_{10} = 0,65. \end{aligned}$$

6.3.3.2 Para a determinação do fator de convergência, deve-se proceder da seguinte forma:

- a) Multiplica-se o T encontrado pelo coeficiente de sua respectiva classe, encontrando-se o fator de convergência (α_n);
- b) Na classe anterior, multiplica-se o fator de convergência pelo limite superior da respectiva classe, obtendo-se o fator de convergência (α_{n-1}); e
- c) Compara-se os valores de (α_n) e (α_{n-1}) e utiliza-se o que for maior, conforme abaixo:

Para $N_n \geq N_{n-1}$, use N_n . Caso contrário, use N_{n-1} .

6.3.4 NÚMERO PICO (NPICO)

6.3.4.1 No modelo matemático (item 6.1), a capacidade calculada deverá ser tratada como um valor ótimo de capacidade podendo ser adicionada de uma margem para chegar ao Npico por um período de tempo. A diferença entre o Número Pico (Npico) e a Capacidade ATC Referencial (Nref) é representada pela fórmula abaixo:

$$\Delta = N_{pico} - N_{ref}$$

$$\text{Onde, } N_{pico} = \frac{T_{\max} \times \alpha}{(TCom_{\min} + TTS_{\min}) \times 1,30}$$

O Tmax é obtido por $T_{\max} = T + \sigma_T$, sendo o desvio padrão de T.

O TCommin é obtido por $TCom_{\min} = TCom - \sigma_{TCom}$, sendo o desvio padrão de TCom.

O TTSmin é obtido por $TTS_{\min} = TTS - \sigma_{TTS}$, sendo o desvio padrão de TTS.

6.3.4.2 O Npico é a capacidade de controle simultâneo que um determinado setor ATC tem condições de manter, por no máximo, 19 (dezenove) minutos (contínuos ou não) no intervalo de uma hora, a fim de atender um aumento de demanda de curta duração. Durante esse período, o ATCO experimentará uma sobrecarga de trabalho controlada. Caso se observe que tal situação tenda a se prolongar, medidas ATFM deverão ser tomadas.

6.3.4.3 Um σ (desvio padrão) equivale a 68,3% de representatividade da amostra. Considerando que a probabilidade de possuir (variação ocasionada pelo uso dos σ do Tmáx, TCom_{min} e TTS_{min}) e é a mesma, acontecerá 31,7% do tempo (uma hora), o que equivale a, aproximadamente, 19 (dezenove) minutos.

6.4 CAPACIDADE HORÁRIA DO SETOR

6.4.1 A capacidade horária do setor (CHS) é o número de aeronaves que um setor é capaz de prestar o serviço de controle de tráfego aéreo no período de uma hora. É calculada a partir da fórmula a seguir:

$$CHS = \frac{3.600 \times (0,683 \times N_{Ref} + 0,317 \times N_{pico})}{T}$$

O CHS expressa a capacidade de fluidez do tráfego de determinado setor. Observe-se que, não necessariamente um setor que tenha um N maior acarretará um CHS maior, pois esta capacidade sofre maior influência da complexidade e do tempo de permanência no setor (T) do que do número N.

6.4.2 Assim verifica-se que a fluidez do tráfego aéreo de um setor de controle será tanto maior quanto maior for CHS do setor.

6.4.3 Dessa forma, no planejamento do espaço aéreo deve buscar a redução de sua complexidade e do tempo de permanência das aeronaves no setor e o consequente aumento da CHS, mais do que a busca pelo aumento do número N.

7 METODOLOGIA APLICADA

Para o Cálculo da Capacidade de Setores ATC, deve ser observada a metodologia aplicada pelo DECEA, conforme descrição a seguir.

7.1 CAPACIDADE CALCULADA DOS SETORES ATC

7.1.1 1º PASSO – PLANEJAMENTO PARA A COLETA DE DADOS.

7.1.1.1 Fatores Impeditivos da Coleta de Dados

7.1.1.1.1 Para que o levantamento de dados para cálculo da capacidade ATC seja bem sucedido é necessário analisar a escala de serviço operacional, o modelo operacional e manual de operações do órgão. Alguns fatores que possam descaracterizar a rotina do órgão devem ser observados, para evitar a coleta nos períodos em que os mesmos proporcionem impacto operacional, conforme exemplos abaixo:

- a) Epocas que evidenciam instabilidade meteorológica;
- b) Operações militares;
- c) Eventos festivos e feriados;
- d) Manutenção radar;
- e) Manutenção de auxílios à navegação aérea, ILS e frequências;
- f) Download de base de dados;
- g) Plataforma de trabalho;
- h) Alteração dos sistemas operacionais (X-4000 e SAGITARIO);
- i) Histórico da demanda de tráfego no período de coleta (média ou alta demanda);
- j) Mapeamentos dos agrupamentos mais utilizados no órgão; e
- k) Sistemas de gravação de áudio digitalizado (Audiosoft) ou analógico (RACAL).

7.1.1.2 Análise do Mapeamento dos Agrupamentos e dos Horários de Média e Alta Demanda por Setor.

O CGNA deve solicitar aos órgãos operacionais, com trinta dias de antecedência, o mapeamento dos agrupamentos, com o objetivo de analisar a configuração dos consoles, visando às coletas de áudio e horários de alta e média demanda de tráfego do setor.

7.1.1.3 Exemplo Numérico

- a) Órgão operacional: ACC XX (Setor Y).
- b) Período planejado para a coleta das fitas de áudio: de 03/04/2012 até 02/05/2012.
- c) Período planejado para a coleta de dados: de 03/05/2012 até 12/05/2012.
- d) Horários selecionados com média ou alta demanda de tráfego: 1130 UTC até 1330 UTC e 2130 UTC até 2330 UTC.

7.1.2 2º PASSO – COLETA E TRATAMENTO DO TEMPO DE TAREFAS SECUNDÁRIAS (TTS)

7.1.2.1 Coleta de TTS

7.1.2.1.1 Cronometrar, no órgão operacional, no mínimo 30 medições de TTS de 180 segundos por setor. Estas medições devem respeitar os seguintes critérios:

- Mínimo de cinco e máximo de dez medições do mesmo controlador;
- A coleta deve ser feita em horários representativos em demanda de tráfego maior ou igual a 50% (cinquenta por cento) do número referencial (Nref);
- Até 10% (dez por cento) das medições de um setor podem ser de estagiários em fase final de instrução. Os demais estagiários não devem ser coletados;
- As coletas serão realizadas durante 10 dias nos ACC e nos APP entre 7 e 10 dias; e
- Deverão ser mensuradas em segundos, todas as atividades realizadas pelo ATCO inerentes à prestação do ATS, exceto o tempo de comunicações com a aeronave.

7.1.2.1.2 Registrar tais medições no Formulário 1, a seguir:

FORMULÁRIO 1 - Coleta de Tarefas Secundárias (TTS)

ÓRGÃO: ACCXX

DATA	SETOR	CA	SA	HHMM		TTS (Seg)	TTS ASS (Seg)	OBS	CONSOLE OPERACIONAL	DENSIDADE DE TRÁEGO N REAL				COLETOR	ATCO TÁTICO	COLETOR	ATCO ESTRATÉGICO
				INÍCIO	TÉRMINO					INÍCIO		FINAL					
										VFR	TTL	VFR	TTL				
05/03/2012	5/9	X		1033	1036	51	43		14		9		9	COLETOR Z	ATCO X	COLETOR A	ATCO R
05/03/2012	5/9	X		1038	1041	28	26		14		9		10	COLETOR Z	ATCO X	COLETOR A	ATCO R
05/03/2012	5/9	X		1044	1047	29	53		14		11		14	COLETOR W	ATCO Y	COLETOR B	ATCO S
05/03/2012	6/7/17	X		1106	1109	2	-		12	-	6		6	COLETOR W	ATCO Y	COLETOR B	ATCO S
05/03/2012	6/7/17/18	X		1114	1117	61	-	COORDENAÇÃO C/ DEFESA AÉREA	12	-	14	-	13	COLETOR W	ATCO Y	COLETOR B	ATCO S

7.1.2.2 Tratamento dos Tempos Coletados

7.1.2.2.1 Para encontrar o TTS do setor em uma hora, deve ser calculada a média das medições de TTS por setor, multiplicar por 3.600 segundos e dividir por 180 segundos, conforme abaixo.

NOTA: Considere, nesse exemplo, que a média das medições do TTS de um determinado setor em 3 minutos é 29,65 segundos.

$$TTS = \frac{3.600 \times (\text{média das medidas do TTS por setor})}{180} = \frac{3.600 \times 29,65}{180} = 594,00 \text{ seg}$$

$$TTS_1 = \frac{594}{46} = 12,91 \text{ segundos por aeronave na amostra 1}$$

$$TTS_2 = \frac{594}{41} = 14,49 \text{ segundos por aeronave na amostra 2}$$

∴ Assim por diante até o TTS₃₅ da amostra 35

$$TTS_{35} = \frac{594}{44} = 13,50 \text{ segundos por aeronave na amostra 35}$$

7.1.2.2.2 Cálculo da média de todas as amostras e os respectivos desvios padrão:

$$TTS \text{ (por aeronave do setor)} = \frac{12,91 + 14,49 + \dots + 13,50}{35} = 15,07 \text{ seg}$$

$$\sigma_{TTS} \text{ (por aeronave do setor)} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{35} (TTS_n - TTS)^2}{n - 1}}$$

$$\sigma_{TTS} = \sqrt{\frac{(12,91 - 15,07)^2 + (14,49 - 15,07)^2 + \dots + (13,50 - 15,07)^2}{35 - 1}} = 3,40 \text{ seg}$$

7.1.2.2.3 Inserção dos resultados encontrados acima, na tabela 1 abaixo.

TABELA 1: Médias e Desvios Padrão

	TEMPOS MÉDIOS DE ATIVIDADES SECUNDÁRIAS POR AERONAVE NO SETOR (TTS)		TEMPOS MÉDIOS DE PERMANÊNCIA NO SETOR (T)		TEMPOS MÉDIOS DE COMUNICAÇÃO POR AERONAVE (TCom)	
Amostra 1	TTS_1	12,91	T_1		$TCom_1$	
Amostra 2	TTS_2	14,49	T_2		$TCom_2$	
Amostra 3	TTS_3	12,38	T_3		$TCom_3$	
Amostra 4	TTS_4	11,65	T_4		$TCom_4$	
...	
Amostra 10	TTS_{10}	12,38	T_{10}		$TCom_{10}$	
...	
Amostra 35	TTS_{35}	13,50	T_{35}		$TCom_{35}$	
Tempo Médio	TTS	15,07	T		TCom	
DESVIO PADRÃO	σ_{TTS}	3,40	σ_T		σ_{Tcom}	

7.1.3 3º PASSO – COLETA E TRATAMENTO DO TEMPO MÉDIO DE PERMANÊNCIA (T)

7.1.3.1 Coleta de T

7.1.3.1.1 Coletar, nos órgãos operacionais, as fitas de áudio das últimas quatro semanas que antecedem a coleta no local, preferencialmente, no formato mp3. Tais fitas devem ser coletadas em períodos de maior densidade de tráfego e separadas por setor e/ou agrupamento de setores.

7.1.3.1.2 No CGNA, as amostras de áudio dos setores objeto de estudo, serão separadas e catalogadas em amostras de uma hora contínua, conforme o Formulário 2.

FORMULÁRIO 2: Catalogação das amostras

AMOSTRA	MINUTO	SEGUNDO	TEMPO TOTAL EM SEGUNDOS	OBS
1	28	16	1696	
2	26	8	1568	
3	25	56	1556	
4	25	30	1530	
⋮	⋮	⋮	⋮	
35	25	1	1501	

7.1.3.1.3 Em seguida, os períodos de silêncio das amostras de áudio deverão ser extraídos, com o auxílio de um software de exclusão de silêncio (ex: AUDACITY).

7.1.3.1.4 A seguir, selecionar, no mínimo, as dez amostras com os maiores tempos de áudio.

7.1.3.2 Tratamento de T

7.1.3.2.1 O tratamento dos dados será iniciado com a audição das dez amostras selecionadas desprezando-se a exclusão do silêncio e registrando-se, no formulário 3, as aeronaves e seus respectivos tempos.

7.1.3.2.2 Em seguida, deve-se somar os tempos de permanência das aeronaves que tiveram o primeiro e o último contato (horário de entrada e saída do setor), depois dividir esta soma pela quantidade de aeronaves consideradas. Com isso, será contabilizado o tempo médio para cada amostra (T_n).

FORMULÁRIO 3: Coleta do T e do Tcom

AMOSTRA					
DATA	dd/mm/aaaa		1	TEMPO REAL DE ÁUDIO	
HORA DA GRAVAÇÃO (UTC)	HORA	MINUTO		MIN	SEG
	hh	mm			
ACFT	Entrada		Saída		Tempo no Setor
	Min	Seg	Min	Seg	Min
TAM3599	6	49	17	51	11,03
UAL845	7	12	26	24	19,20
PP-LGD	10	32	28	45	18,22
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
TAM3070	38	24	55	19	16,92
Tempo Médio no Setor (T)					16,56

$T_1 = 16,56$ minutos por aeronave na amostra 1

$T_2 = 15,69$ minutos por aeronave na amostra 2

⋮ Assim por diante até o T_{10} da amostra 10

$T_{10} = 18,40$ minutos por aeronave na amostra 10

7.1.3.2.3 Em seguida, calcula-se a média de todas as amostras e os respectivos desvios padrão, conforme abaixo:

$$T \text{ (por aeronave do setor)} = \frac{16,56 + 15,69 + \dots + 17,68}{10} = 17,58 \text{ seg}$$

$$\sigma_T \text{ (por aeronave do setor)} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{10} (T_n - T)^2}{n-1}}$$

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{(16,56 - 17,58)^2 + (15,69 - 17,58)^2 + \dots + (17,68 - 17,58)^2}{10 - 1}} = 1,06 \text{ min}$$

NOTA: Os resultados encontrados acima deverão ser inseridos na tabela 1.

TABELA 1: Médias e Desvios Padrão

	TEMPOS MÉDIOS DE ATIVIDADES SECUNDÁRIAS POR AERONAVE NO SETOR (TTS)		TEMPOS MÉDIOS DE PERMANÊNCIA NO SETOR (T)		TEMPOS MÉDIOS DE COMUNICAÇÃO POR AERONAVE (TCom)	
Amostra 1	TTS1	12,91	T1		TCom 1	
Amostra 2	TTS2	14,49	T2		TCom 2	
Amostra 3	TTS3	12,38	T3		TCom 3	
Amostra 4	TTS4	11,65	T4		TCom 4	
...	
Amostra 10	TTS10	12,38	T10		TCom 10	
...	
Amostra 35	TTS35	13,50	T35		TCom 35	
Tempo Médio	TTS	15,07	T		TCom	
DESVIO PADRÃO	σTTS	3,40	σT		σTcom	

7.1.3.2.4 O analista deverá descartar o T nas seguintes situações: voos do GEIV, aeronaves em treinamento ou em espera, voos locais, repórter aéreo, voos acrobáticos, grandes desvios de formação meteorológica, áreas condicionadas, e qualquer outro evento que altere o cenário e a circulação aérea do espaço aéreo analisado.

7.1.4 4º PASSO – COLETA E TRATAMENTO DO TEMPO DE COMUNICAÇÃO (TCOM)

7.1.4.1 Coleta de TCom

7.1.4.1.1 Coletar junto aos critérios do T, conforme o item 7.1.3.1, acrescida das demais amostras com maior tempo de áudio até que resulte num total de 35 amostras. Registrar o total de tempo de áudio comprimido no campo “TEMPO REAL DE ÁUDIO”, no formulário 3. Dividir o referido valor, em segundos, pela quantidade de aeronaves que se comunicaram para obter o Tcom de cada amostra.

7.1.4.2 Tratamento de TCom

7.1.4.2.1 O tratamento será iniciado com a audição das 35 amostras selecionadas. Deve-se coletar, em cada amostra, o total de tempo de áudio comprimido e dividir pela quantidade de aeronaves que se comunicaram (TComn).

FORMULÁRIO 3: Coleta do T e do T_{com}

AMOSTRA				
DATA	dd/mm/aaaa		1	TEMPO REAL DE ÁUDIO
HORA DA GRAVAÇÃO (UTC)	HORA	MINUTO		MIN
	hh	mm		SEG
				32
				15

ACFT	Entrada		Saída		Tempo no Setor
	Min	Seg	Min	Seg	Min
TAM3599	6	49	17	51	11,03
UAL845	7	12	26	24	19,20
PP-LGD	10	32	28	45	18,22
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
TAM3070	38	24	55	19	16,92
Tempo Médio no Setor (T)					16,56

7.1.4.2.2 Em seguida, calcula-se, para cada setor pesquisado, a média de todas as amostras e os respectivos desvios padrão dos tempos de comunicação por aeronave, conforme abaixo:

$TCom_1 = 47,11$ segundos por aeronave na amostra 1

$TCom_2 = 50,15$ segundos por aeronave na amostra 2

⋮ Assim por diante, até o $TCom_{35}$ da amostra 35

$TCom_{35} = 34,50$ segundos por aeronave na amostra 35

7.1.4.2.3 Cálculo da média de todas as amostras e os respectivos desvios padrão:

$$TCom (\text{por aeronave do setor}) = \frac{47,11 + 50,15 + \dots + 34,50}{35} = 41,27 \text{ seg}$$

$$\sigma_{TCom} (\text{por aeronave do setor}) = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{35} (TCom_n - TCom)^2}{n - 1}}$$

$$\sigma_{TCom} = \sqrt{\frac{(47,11 - 41,27)^2 + (50,15 - 41,27)^2 + \dots + (34,50 - 41,27)^2}{35 - 1}} = 7,32 \text{ seg}$$

NOTA 1: Os resultados encontrados acima deverão ser inseridos na tabela 1.

TABELA 1: Médias e Desvios Padrão						
	TEMPOS MÉDIOS DE ATIVIDADES SECUNDÁRIAS POR AERONAVE NO SETOR (TTS)		TEMPOS MÉDIOS DE PERMANÊNCIA NO SETOR (T)		TEMPOS MÉDIOS DE COMUNICAÇÃO POR AERONAVE NO SETOR (Tcom)	
Amostra 1	TTS_1	12,91	T_1	16,56	$Tcom_1$	47,11
Amostra 2	TTS_2	14,49	T_2	15,69	$Tcom_2$	50,15
Amostra 3	TTS_3	12,38	T_3	17,96	$Tcom_3$	42,94
Amostra 4	TTS_4	11,65	T_4	17,98	$Tcom_4$	46,10
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Amostra 10	TTS_{10}	12,38	T_{10}	18,40	$Tcom_{10}$	50,33
⋮	⋮	⋮	-	-	⋮	⋮
Amostra 35	TTS_{35}	13,50	-	-	$Tcom_{35}$	34,50
Tempo Médio	TTS	15,07	T	17,58	Tcom	41,27
DESVIO PADRÃO	σ_{TTS}	3,40	σ_T	1,06	σ_{Tcom}	7,32

NOTA 2: Na análise dos dados, deverá ser observado se a amostra possui comunicações que congestionaram a frequência de forma desnecessária, ocasionando aumento excessivo do TCom.

7.1.5 5º PASSO – ANÁLISE DOS RESULTADOS

7.1.5.1 Após o cálculo dos parâmetros TTS, T e TCom de cada setor, tais valores deve ser aplicado no modelo matemático abaixo, observando o fator de convergência a ser utilizado.

Exemplo:

$$N_{ref} = \frac{T \times \alpha_n}{(TCom + TTS) \times 1,30} = \frac{17,58 \times 60 \times 0,90}{(41,27 + 15,07) \times 1,30} = 12,96$$

7.1.5.2 Neste caso, deverá ser verificado o valor de capacidade encontrado para o limite superior do intervalo anterior (Nn-1). Conforme os intervalos do fator de convergência, o limite superior do intervalo anterior é igual a 1.000 segundo (16,67 minutos).

$$N_{ref} = \frac{16,67 \times 60 \times 0,95}{(41,27 + 15,07) \times 1,30}$$

7.1.5.3 Observa-se que o resultado encontrado no intervalo Nn-1 (12,97) é superior a Nn (12,96), logo, utiliza-se o valor de Nn-1. Logo, a Capacidade Referencial (Nref) = 13 tráfegos.

7.1.5.4 A partir do Nref encontrado, calcula-se o Npico, conforme a sequência abaixo:

$$\text{Cálculo de } T_{\max} = T + \sigma_T = 17,58 + 1,06 = 18,64$$

$$\text{Cálculo de } TCom_{\min} = TCom - \sigma_{TCom} = 41,27 - 7,32 = 33,95$$

$$\text{Cálculo de } TTS_{\min} = TTS - \sigma_{TTS} = 15,07 - 3,40 = 11,67$$

Cálculo de Npico:

$$N_{pico} = \frac{T_{\max} \times \alpha}{(TCom_{\min} + TTS_{\min}) \times 1,30} = \frac{18,64 \times 60 \times 0,85}{(33,95 + 11,67) \times 1,30} = 16,07$$

7.1.5.5 Porém, ao calcular o valor de N_{pico} encontrado para o limite superior do intervalo anterior ao utilizado (1.100 segundos x 0,90), foi encontrada a capacidade de 16,69, ou seja, este será o valor utilizado (N_{n-1}), conforme determinado na condição matemática do modelo. Logo, a Capacidade Pico (N_{pico}) = 17 tráfegos.

7.1.5.6 A partir do N_{ref} e N_{pico} encontrados, será calculada a CHS (capacidade horária do setor), conforme abaixo:

$$CHS = \frac{3.600 (0,683N_{ref} + 0,317N_{pico})}{T} = \frac{3.600 (0,683 \times 13 + 0,317 \times 17)}{17,58 \times 60} = 49 \text{ tráfegos/hora}$$

7.1.5.7 O analista deverá comparar os resultados encontrados com a capacidade ATC vigente, bem como observar se tais resultados são coerentes com a demanda de tráfego que o setor possa suportar e, dessa forma, estabelecer os valores de Capacidade de Setor ATC recomendados.

7.2 CAPACIDADE AJUSTADA DOS SETORES ATC

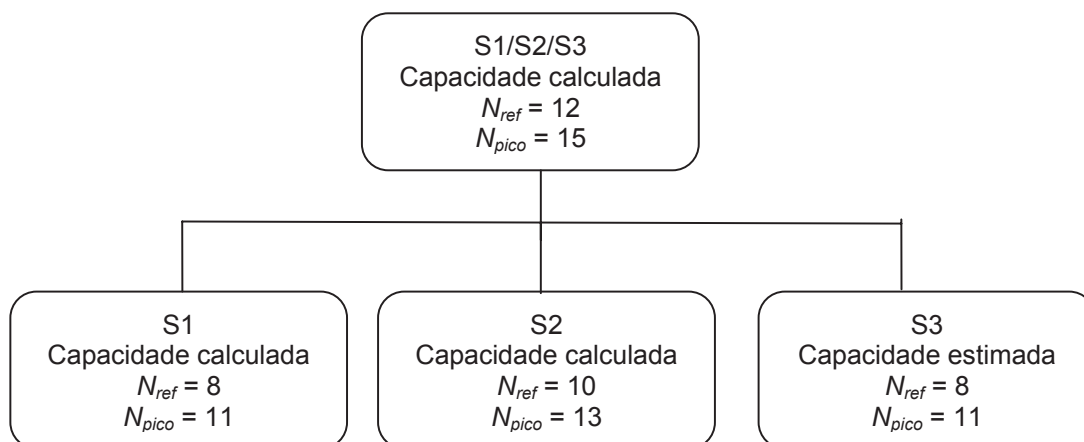
7.2.1 Após estudos de dados dos setores dos órgãos de controle do SISCEAB, o CGNA definiu que a capacidade calculada deverá ser ajustada para adequar o valor encontrado e, consequentemente, ocorrer uma possível otimização da capacidade ATC.

7.2.2 Em uma ação conjunta entre CGNA, órgão ATC e Divisão de Operações do Regional, serão criados ou aprimorados procedimentos operacionais para o Tcom ser reduzido até 51 segundos, visto que, este valor encontrado é um indicativo de excesso de comunicações no respectivo órgão de controle.

7.2.3 Com o ajuste do Tcom, o parâmetro TTS de cada amostra será recalculado automaticamente. Entretanto, os demais parâmetros do modelo não sofrem alteração.

7.3 CAPACIDADE ESTIMADA DOS SETORES ATC

7.3.1 O setor onde não for possível calcular sua capacidade ATC, devido a amostras insuficientes, pelo fato de permanecer agrupado, constantemente, terá sua capacidade estimada, conforme exemplo abaixo:



7.3.2 No exemplo, o S3 teve sua capacidade estimada igual à menor capacidade calculada dos setores com amostras suficientes. A capacidade estimada, somente, será declarada após apreciação de um conselho operacional.

8 DISPOSIÇÕES FINAIS

8.1 Muito mais que o cálculo da capacidade dos setores ATC, faz-se necessário entender o contexto que propicia as capacidades encontradas e aprimorar os planejamentos estratégicos para conseguir um fluxo de tráfego aéreo otimizado e, conseqüentemente, garantir mais economia, eficiência e segurança na região estudada.

8.2 Cabe ressaltar que, durante as coletas dos tempos, será observado o “modus operandi” dos Órgãos ATC em estudo. Também serão considerados os Modelos Operacionais e Manuais de Operação dos referidos Órgãos.

8.3 É de extrema importância que sejam seguidas, rigorosamente, todas as instruções contidas neste Manual, para que sejam alcançados resultados satisfatórios.

8.4 As sugestões para o contínuo aperfeiçoamento desta publicação deverão ser enviadas por intermédio dos endereços eletrônicos <http://publicacoes.decea.intraer/> ou <http://publicacoes.decea.gov.br/>, acessando o link específico da publicação.

8.5 Esta publicação poderá ser adquirida, mediante solicitação:

a) no endereço eletrônico <http://www.pame.aer.mil.br/>, Publicações Aeronáuticas; ou

b) nos telefones: (21) 2117-7294, 2117-7295 e 2117-7219 (fax).

8.6 Os casos não previstos nesta instrução serão submetidos ao Exmo. Sr. Chefe do Subdepartamento de Operações do DECEA.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando-Geral do Pessoal. *Confecção, Controle e Numeração de Publicações Oficiais do Comando da Aeronáutica: NSCA 5-1*. [Rio de Janeiro], 2011.