

# ANTI-WINDUP DINÂMICO PARA SISTEMAS DE CONTROLE NÃO-LINEARES

MATHEUS CASSALI<sup>1</sup>, MAURÍCIO LONGHI<sup>2</sup>,  
JOÃO MANOEL GOMES DA SILVA JR.<sup>3</sup>

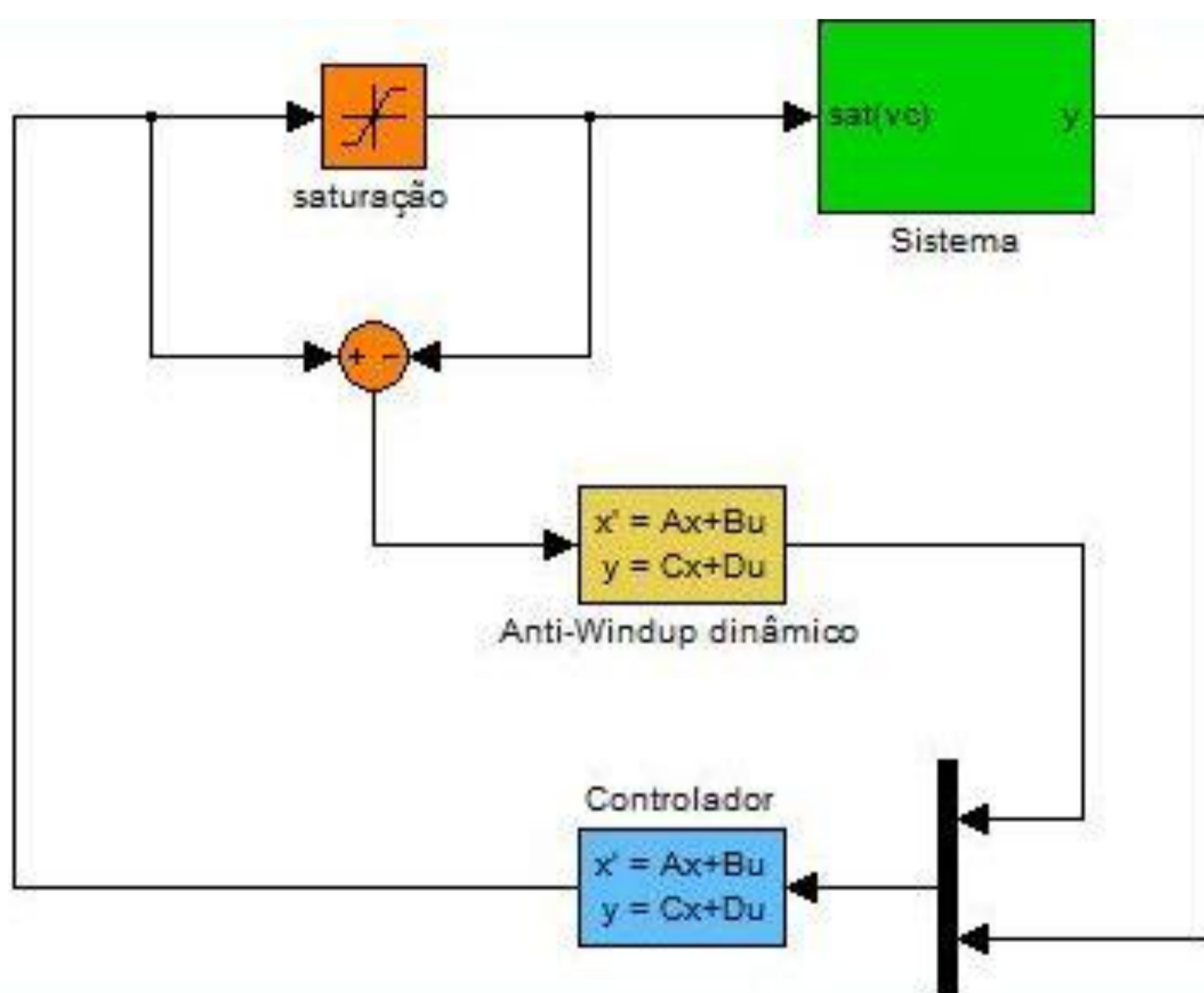
<sup>1</sup> Matheus Cassali, Engenharia de Controle e Automação, UFRGS  
<sup>2</sup> Maurício Longhi, Pós-Graduando em Engenharia Elétrica, UFRGS  
<sup>3</sup> Prof. Dr. João Manoel Gomes da Silva Jr.



ENG - Engenharias

## INTRODUÇÃO

Em todos os sistemas de controle, os atuadores estão sujeitos à saturação. Quando o valor da variável de controle atinge o limite máximo (ou mínimo) do atuador ocorre a saturação do sinal de controle. A saturação pode prejudicar o desempenho do sistema em regime transitório, ou até levar o sistema à instabilidade. Esse fenômeno chama-se Windup. O objetivo de um compensador Anti-Windup é reduzir, - ou até anular o Windup causado pela saturação de controle - evitando que o sistema atinja a instabilidade e que tenha o seu desempenho em regime transitório deteriorado. O trabalho desenvolvido visa o projeto de um compensador Anti-Windup dinâmico para uma classe de sistemas não-lineares do tipo racional.



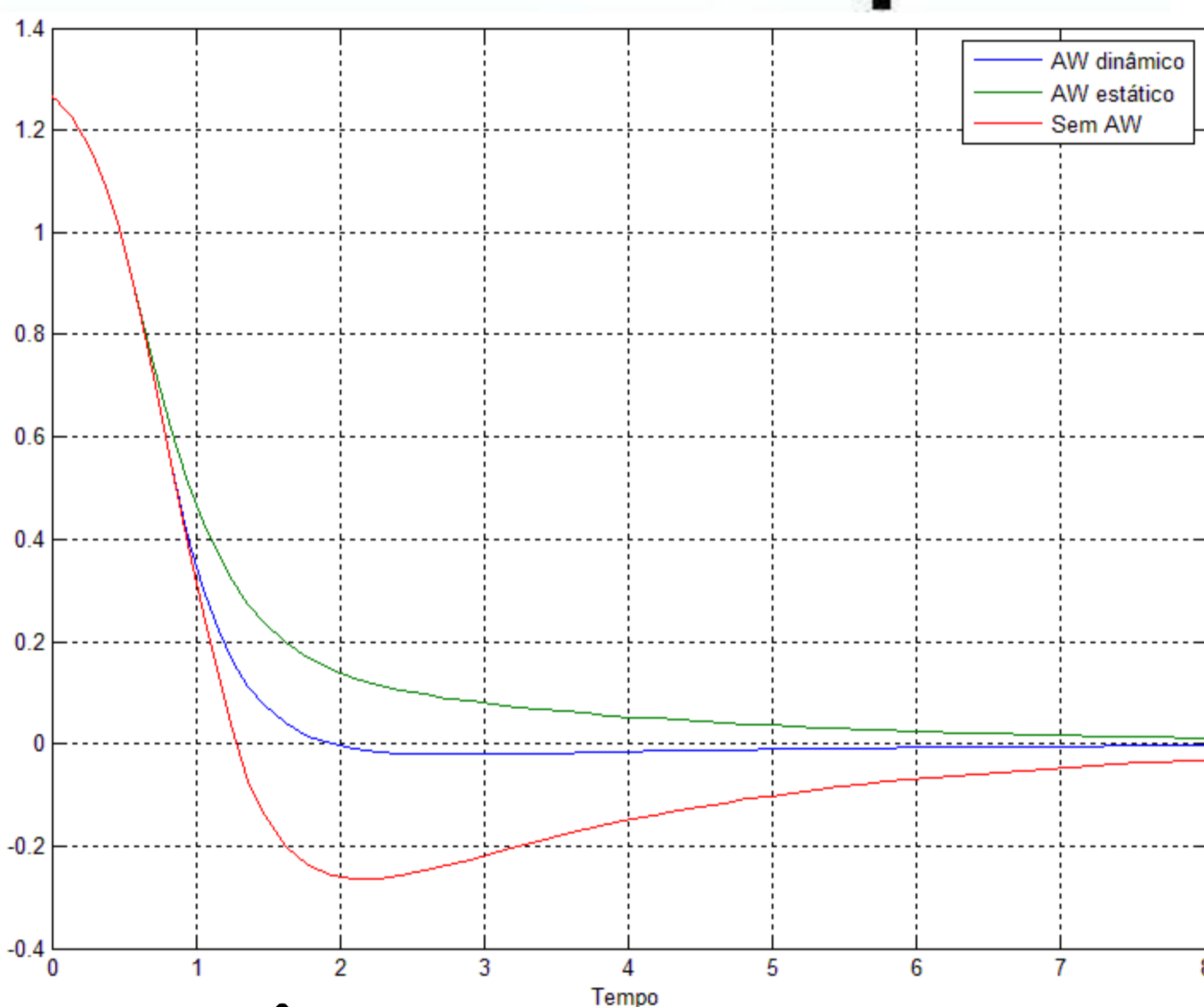
## METODOLOGIA

A metodologia utilizada consiste em realizar os seguintes passos:

- 1) Busca da representação do sistema racional através de uma DAR;
- 2) Utilização da teoria de estabilidade de Lyapunov;
- 3) Formulação de condições na forma de desigualdades matriciais lineares (LMIs);
- 4) Resolução do problema de otimização convexa visando a maximização da região de atração do sistema em malha fechada.

## RESULTADOS

Um gráfico comparativo entre o desempenho de um mesmo sistema sem Anti-Windup, com Anti-Windup estático e com Anti-Windup dinâmico é apresentado na figura ao lado.



AW Estático:

$$\theta(t) = -E_c \psi$$

AW Dinâmico:

$$\dot{x}_a(t) = A_a x_a + B_a \psi$$

$$\theta(t) = C_a x_a + D_a \psi$$

$$\psi = v_c(t) - sat(v_c(t))$$

Dados do exemplo:

$$A_a = 10^8 \begin{bmatrix} -0,7032 & 0 \\ 3,0228 & -0,0031 \end{bmatrix} \quad \text{Sistema:} \quad \begin{aligned} \dot{x}(t) &= (x(t)^2 - 1)x(t) + sat(v_c(t)) \\ y &= x(t) \end{aligned}$$

$$C_a = 10^8 [2,5944 \quad -0,0031] \quad \text{Controlador:}$$

$$B_a = \begin{bmatrix} -2,0004 \\ 8,6520 \end{bmatrix} \quad \begin{aligned} D_a &= 6,1324 \\ E_c &= 5,2464 \end{aligned} \quad \begin{aligned} \dot{\eta}(t) &= -x(t) + \theta \\ v_c(t) &= \eta(t) - 2y(t) \end{aligned}$$

## REFERÊNCIAS

- 1) J. M. Gomes da Silva Jr., M. Z. Oliveira, D. Coutinho e S. Tarbouriech, "Static anti-windup design for a class of nonlinear systems";
- 2) Zaccarian L, Teel A. "Modern Anti-windup Synthesis: Control Augmentation for Actuator Saturation." Princeton University Press: Princeton, 2011;
- 3) Tarbouriech, Sophie et al. "Stability and stabilization of linear systems with saturating actuators" Londres: Springer, 2011;
- 4) Oliveira, Maurício Zardo. "Estabilidade e estabilização de uma classe de sistemas não-lineares sujeitos a saturação." 2012. 123 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.



MODALIDADE  
DE BOLSA

PIBIC