



**POLICARBONATOS**

[www.LACOI.ufba.br](http://www.LACOI.ufba.br)

**ANÁLISE E MAXIMIZAÇÃO DO  
DESEMPENHO DO  
SISTEMA DE CONTROLE DO  
TREM DE PREPARAÇÃO,  
POLIMERIZAÇÃO E LAVAGEM DA  
POLICARBONATOS**

**PROJETO  
POLICARBOMAX**

**POLICARBONATOS E  
DEPTO ENG. QUÍMICA-UFBA**



# POLICARBONATOS

[www.LACOI.ufba.br](http://www.LACOI.ufba.br)

## Índice

1.	Descrição do projeto POLICARBOMAX .....	3
2.	Objetivos do projeto POLICARBOMAX .....	4
3.	Importância do Projeto para a Indústria e para a Universidade do projeto POLICARBOMAX .....	6
4.	Recursos Necessários ao Desenvolvimento deste Projeto do projeto POLICARBOMAX .....	7
5.	Cronograma físico e recursos necessários em cada etapa do projeto POLICARBOMAX .....	8
6.	Estratégia de treinamento e workshops do projeto POLICARBOMAX .....	9
7.	Cronograma de desembolso financeiro do projeto POLICARBOMAX	<b>Erro! Indicador não c</b>

## 1. Descrição do projeto POLICARBOMAX

Tradicionalmente a avaliação do desempenho das malhas de controle é realizada a partir das experiências acumuladas pelos operadores, técnicos e engenheiros. Contudo, as diferentes vivências e procedimentos empregados levam a diferentes soluções. Este projeto visa desenvolver uma metodologia que indique quais os cuidados e ferramentas que devem ser empregados na avaliação de malhas de controle por realimentação (feedback).

Propõe-se o desenvolvimento de uma metodologia que oriente os técnicos (operadores, engenheiros e/ou instrumentistas), responsáveis pelo controle dos processos, no diagnóstico das malhas de controle, e que os auxilie na resolução dos problemas encontrados.

Este projeto será desenvolvido ao longo de **18 meses**.

Ao final do projeto as empresas terão disponíveis metodologias (guias) que orientarão os envolvidos em controle de processos nas seguintes áreas:

- a) Avaliação técnico-econômica das malhas, indicando quando e quais malhas serão necessárias e/ou mais indicadas a fazer intervenções e melhorias;
- b) Guia que orienta quais os passos que deverão ser seguidos para resolução de problemas de controle, permitindo ao responsável distinguir a fonte do problema:
  - b.1) processo,
  - b.2) instrumentação,
  - b.3) estrutura de controle (emparelhamento PV-MV),
  - b.4) estratégias utilizadas no sistema de controle,
  - b.5) sintonia do controlador.
- c) Avaliação, diagnóstico, estudo e propostas de sistemas de controle para o **TREM DE PREPARAÇÃO, POLIMERIZAÇÃO E LAVAGEM DA POLICARBONATOS DE CAMAÇARI**.

O projeto na área **TREM DE PREPARAÇÃO, POLIMERIZAÇÃO E LAVAGEM** envolverá as seguintes seções:

- a. Preparação da solução de BPA-Na (Bisfenolato de sódio)
- b. Preparação da solução de Terminador de cadeia
- c. Trem de reação
  - i. Reator de fosgenação
  - ii. Reator de oligomerização
  - iii. Separação de fases
  - iv. Reatores de polimerização (3 em série)
- d. Sistema de lavagem

## 2. Objetivos do projeto POLICARBOMAX

**Objetivo Geral:** Estabilização do PM (distribuição/dispersão de PM) para 7 grades com funções de distribuição de Peso Molecular específicos

Propõe-se o desenvolvimento de uma metodologia que oriente os técnicos (operadores, engenheiros e/ou instrumentistas) responsáveis pelo controle de processo no diagnóstico das malhas clássicas de controle e que os auxilie na resolução dos problemas encontrados.

Os objetivos específicos que serão alcançados são os seguintes:

- 1) ESTADO DA ARTE DOS SOFTWARES E METODOLOGIAS PARA ESTRATÉGIAS CLÁSSICAS DE CONTROLE: Avaliação do estado da arte em aplicativos computacionais (softwares) e metodologias já existentes, relativas aos tópicos relacionados abaixo;
- 2) AVALIAÇÃO TECNICO-ECONÔMICA: Desenvolvimento de metodologia e ferramenta que oriente uma avaliação técnica (e, sempre que possível, também econômica) contínua do sistema de controle;
- 3) CHECK LIST DA INSTRUMENTAÇÃO: Avaliação e possíveis modificações das metodologias existentes para a verificação da instrumentação (check list). Como resultado, deverá ser definida uma metodologia única que oriente esta tarefa, com recomendações de procedimentos/avaliação estatística dos resultados obtidos;
- 4) IDENTIFICAÇÃO DE PROCESSOS: Aplicação de técnicas de identificação em processos, que possibilitam o ajuste de modelos a dados experimentais em regime estacionário e transiente. Ao final desta etapa será elaborado um relatório técnico indicando as vantagens, desvantagens e relatando as experiências dos envolvidos com as diferentes técnicas e softwares de identificação de processos, que serão testados a partir de dados coletados nas unidades industriais disponibilizadas pelas empresas envolvidas;
- 5) ESTRUTURA DO SISTEMA DE CONTROLE: Avaliação e possíveis modificações das metodologias existentes para a avaliação da sensibilidade das diversas variáveis de processo envolvidas no sistema de controle. O objetivo é definir um procedimento que possibilite verificar a definição das variáveis controladas e manipuladas, seu emparelhamento, controlabilidade, observabilidade, resiliência e robustez do processo e do sistema de controle;
- 6) DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE CONTROLE E SINTONIA EM UMA PLATAFORMA DE TESTE: Desenvolvimento de um guia que permita efetuar a sintonia dos parâmetros de controladores clássicos tipo PID, segundo pré-requisitos funcionais da operação;

- 7) ESTUDOS DE CASOS: Aplicação da metodologia em simuladores e em malhas de processos industriais, a serem disponibilizadas pelas empresas interessadas, envolvendo a avaliação do sistema de controle e da instrumentação existentes, a identificação da dinâmica dos processos em questão, e a sintonia do sistema de controle desenvolvido em plataforma computacional;
- 8) WORKSHOP DE ATUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS: serão realizados 3 workshops para equalização de conhecimentos adquiridos/desenvolvidos e apresentação de resultados obtidos.
- 9) TREINAMENTO DO PESSOAL ENVOLVIDO: nivelamento do conhecimento técnico da equipe da POLICARBONATOS necessário para compreensão das técnicas de controle aplicadas ao estudo de caso industrial.

### **3. Importância do Projeto para a Indústria e para a Universidade do projeto POLICARBOMAX**

O presente projeto deverá apresentar um impacto tecnológico significativo, através da geração de metodologias sistemáticas para o diagnóstico e resolução de problemas de malhas de controle. Tais metodologias são aplicáveis a todas as malhas de qualquer indústria de processos.

Do ponto de vista econômico, este projeto apresenta alguns atrativos, tais como:

- a) A necessidade de investimentos diretos, por parte das indústrias, é relativamente pequeno;
- b) A sua aplicação possibilita o aumento contínuo da eficiência das malhas de controle, melhorando o desempenho operacional dos equipamentos, podendo levar a aumento da capacidade ou da qualidade e, conseqüentemente, tornando a empresa mais competitiva;
- c) A sua aplicação possibilita aumentar o volume de produtos a serem colocados no mercado;
- d) Todas as unidades de processo de uma indústria podem ser atendidas;
- e) Todas as indústrias de processo podem ser atendidas.

Para a Universidade esse projeto possibilitará:

- a) Treinamento de estudantes de graduação em engenharia química, elétrica e/ou mecânica;
- b) Formação de mestres;
- c) Publicações em congressos e revistas de artigos com aplicação em sistemas industriais das metodologias desenvolvimento;
- d) Contato de professores e pesquisadores das Universidades com a realidade industrial.

#### **4. Recursos Necessários ao Desenvolvimento deste Projeto do projeto POLICARBOMAX**

O projeto poderá contar, a depender da necessidade e do escopo do projeto, com a participação técnica de 2 professores da UFBA e um consultor na área de instrumentação, que atuam nas áreas de instrumentação, controle e, otimização de processos, e na área de sintonia de controladores industriais:

Marcelo Embiruçu, Prof. Dr. do Dept<sup>o</sup> Eng. Química - UFBA

Ricardo Kalid, Prof. Dr. do Dept<sup>o</sup> Eng. Química - UFBA

Mas como também iremos realizar a avaliação da instrumentação e sua adequação aos requisitos operacionais exigidos pelo processo, iremos necessitar de apoio técnico especializado da área de instrumentação. Esse apoio pode ser viabilizado através da dedicação de h-h de engenheiros e técnicos da empresa envolvida nesse projeto.

Neste projeto 7 resinas serão estudadas, para tanto são necessários os seguintes recursos:

- a) 4 horas semanais de coordenação do projeto realizada pelo professor Ricardo Kalid do Departamento de Engenharia Química da UFBA.
- b) 16 horas semanais de orientação técnicas realizadas pelos professores Ricardo Kalid e Marcelo Embiruçu do Departamento de Engenharia Química da UFBA, sendo 8 horas de cada.
- c) 3 (três) estudantes de graduação em engenharia, para atuar na área de identificação, avaliação dos softwares, processos e controle de processos;
- d) 1 (um) estudante da área de informática para auxiliar a equipe na instalação de software, configuração de micro-computadores e manutenção dos mesmos.

O envolvimento da POLICARBONATOS que fornecerá o “case” será o seguinte:

- a) Disponibilização da instrumentação de campo adequada à medição e aquisição dos dados em linha;
- b) Disponibilização de equipe e demais recursos necessários à calibração dos instrumentos das malhas de controle;
- c) Disponibilização do total de H-H de 32 horas semanais de engenheiro(s) de processo que conheça a planta que será objeto do estudo de casos;
- d) Disponibilização do total de H-H de 6 horas semanais de engenheiros para que façam parte da equipe técnica do projeto que acompanhará, discutirá e coordenará tecnicamente as etapas deste projeto.

Também serão necessários outros recursos, tais como micro-computadores, softwares, traslado SSA-POLICARBONATOS-SSA, alimentação durante visitas às empresas, complementação salarial dos professores envolvidos,, material de escritório para o desenvolvimento deste projeto, conforme descrito nas planilhas em anexo.

## 5. Cronograma físico e recursos necessários em cada etapa do projeto POLICARBOMAX

### Cronograma físico do projeto POLICARBOMAX

Etapas	Item	Recursos Necessários	Meses do Projeto																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ao longo do projeto	Estado da arte dos softwares e metodologias	EC – EP – Mc																		
Ao longo do projeto	Estudos de casos	EC-EP-Mc-HH																		
Ao longo do projeto	Workshops de avaliação	EC-EP-Mc-HH				1 <sup>o</sup>						2 <sup>o</sup>						3 <sup>o</sup>		
A	Treinamento do pessoal envolvido	EC-EP-Mc-HH																		
B	Estudo do processo	EC-EP-Mc-HH-A																		
C	Avaliação técnico-econômica	EC-EP-Mc-HH-A																		
D	Avaliação da instrumentação, incluindo sistema para redução da variabilidade da vazão de terminador	EC-EP-Mc-HH-A																		
E	Definição preliminar da estrutura de controle avançado	EC-EP-Mc-HH																		
F	Planejamento dos experimentos na planta industrial	EC-EP-Mc-HH																		
G	Realização dos experimentos na planta industrial	EC-EP-Mc-HH-A																		
H	Identificação do modelo dinâmico do processos	EC-EP-Mc-HH-A																		
I	Projeto do sistema de controle	EC-EP-Mc-HH																		
J	VOA de concentração de BPA-NA	EC-EP-Mc-HH-A																		
K	VOA de concentração de soda.	EC-EP-Mc-HH-A																		
L	VOA para PM	EC-EP-Mc-HH-A																		
M	Definição da estrutura do sistema de controle	EC-EP-Mc-HH																		
N	Definição das estratégias de controle	EC-EP-Mc-HH																		
O	Desenvolvimento e sintonia do sistema de controle em plataforma computacional	EC-EP-Mc-HH																		
P	Validação do sistema de controle em plataforma computacional	EC-EP-Mc-HH																		

Legenda **EC - equipe contratada:** estagiários de eng. Química (20 horas) ou de outras engenharias;

**EP - Equipe de professores da UFBA**

**Mc - Microcomputadores:** infra-estrutura de hardware (conforme planilha em anexo) e software necessários (Office, MATLAB + Hysys);

**HH – hh das empresas:** engenheiro em tempo integral (recurso disponibilizado pela empresa, sendo 24 horas por semana do engenheiro Marcelo, 8 horas da engenheira Gabriela, 2 horas de Ascânio, coordenador do projeto pela empresa, e 4 horas dedicadas por outros profissionais);

**A - aquisição de dados no campo:** Disponibilização da instrumentação/equipamentos de campo adequados à medição e aquisição dos dados em linha.

## 6. Estratégia de treinamento e workshops do projeto POLICARBOMAX

Haverá workshops para troca de experiências, avaliação dos resultados alcançados e definição mais detalhada das próximas etapas a serem cumpridas. No total serão realizados 6 workshops: 3 abertos à comunidade interessada e 3 restrito aos técnicos da POLICARBONATOS.

Os seguintes treinamentos serão ministrados aos técnicos da POLICARBONATOS:

Treinamentos		
Item	Relação dos treinamentos	Carga horária (horas)
32	Avaliação Econômica de Projetos de Automação e Controle	15
33	Análise de Processos em Malha Aberta no Domínio do Tempo	30
34	Controle Feedback de Processos Petroquímicos no Domínio do Tempo	30
35	Identificação de Processos no Domínio do Tempo	30
36	Sensores virtuais: redes neurais em regime estacionário e em regime transiente	30
37	Sintonia de Controladores Industriais - Métodos no Domínio do Tempo	15
38	Estratégias Clássicas de Controle de Processos Petroquímicos: Cascata, Feedforward, Relação, Inferencial, Override, Seletivo, Adaptativo, Ganho não linear, Split range, Compensação do tempo morto,	30
39	Controle Global de Plantas Petroquímicas (plantwide process control)	30
43	<b>Sub-total</b>	<b>210</b>

Os treinamentos ocorrerão segundo o cronograma a seguir:

Detalhamento do cronograma do treinamento (cursos) do projeto POLICARBOMAX																				
A	Tema do curso	Carga horária	Meses do Projeto																Instrutor	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17
A1	Avaliação Econômica de Projetos de Automação e Controle	15	■																	Kalid
A2	Análise de Processos em Malha Aberta no Domínio do Tempo	30	■	■																Kalid
A3	Controle Feedback de Processos Petroquímicos no Domínio do Tempo	30			■	■														Kalid
A4	Identificação de Processos no Domínio do Tempo	30				■	■													Embiruçu
A5	Sensores virtuais: redes neurais em regime estacionário e em regime transiente	30					■	■												Embiruçu
A6	Estratégias clássicas de controle de processos: cascata, feedforward, relação, inferencial, override, seletivo, adaptativo, ganho não linear, split range, compensação do tempo morto	30						■												Embiruçu
A7	Sintonia de Controladores Industriais - Métodos no Domínio do Tempo	15							■	■										Embiruçu
A8	Controle Global de Plantas Petroquímicas (plantwide process control)	30								■	■									Kalid
<b>8</b>	<b>Total de carga horária de cursos</b>	<b>210</b>																		