

$\vdash [\text{ALUNOS} , \text{CURSOS} , \text{INSTRUTORES} , \text{LIVROS}] _$
 $\vdash \text{MSG} ::= \text{MatriculaUmAlunoOK} \mid \text{MatriculaUmAlunoNOK} \mid \text{InstrutorSubstituidoOK} \mid \text{RelatorioOK}$
 $\mid \text{AlunoTrocadoOK} _$

$\sqcap \text{ControleDeCursos } c\text{TodosCursos} , c\text{CursosAvancados} , c\text{CursosBasicos} : \mathbb{P} \text{CURSOS} _$
 $r\text{AlunosCursos} : \text{ALUNOS} \leftrightarrow \text{CURSOS} _$
 $r\text{CursoInstrutor} : \text{CURSOS} \rightarrow \text{INSTRUTORES} _$
 $r\text{CursosLivros} : \text{CURSOS} \leftrightarrow \text{LIVROS} _$
 $\mid _$
 $c\text{CursosAvancados} \cap c\text{CursosBasicos} = \emptyset _$
 $c\text{TodosCursos} = c\text{CursosAvancados} \cup c\text{CursosBasicos} _$
 $\forall c : \text{CURSOS} \bullet \# (r\text{AlunosCursos} \triangleright \{ c \}) \geq 10 _$
 $\forall c : \text{CURSOS} \bullet \# (\{ c \} \triangleleft r\text{CursosLivros}) \geq 5 _$

1. Matricular um aluno em um curso com sucesso

$\sqcap \text{MatriculaAlunoCursoSucesso } \Delta \text{ControleDeCursos} _$
 $\text{alunoMatricula?} : \text{ALUNOS} _$
 $\text{cursoMatricula?} : \text{CURSOS} _$
 $\text{resp!} : \text{MSG} _$
 $\mid _$
 $(\text{alunoMatricula?} , \text{cursoMatricula?}) \notin r\text{AlunosCursos} _$
 $\text{cursoMatricula?} \in c\text{TodosCursos} _$
 $r\text{AlunosCursos}' = r\text{AlunosCursos} \cup \{ (\text{alunoMatricula?} , \text{cursoMatricula?}) \} _$
 $\text{resp!} = \text{MatriculaUmAlunoOK} _$

2. Matricular um aluno em um curso sem sucesso

$\sqcap \text{MatriculaAlunoCursoSemSucesso } \Delta \text{ControleDeCursos} _$
 $\text{alunoMatricula?} : \text{ALUNOS} _$
 $\text{cursoMatricula?} : \text{CURSOS} _$
 $\text{resp!} : \text{MSG} _$
 $\mid _$
 $(\text{alunoMatricula?} , \text{cursoMatricula?}) \in r\text{AlunosCursos} \vee$
 $\text{cursoMatricula?} \notin c\text{TodosCursos} _$
 $\text{resp!} = \text{MatriculaUmAlunoNOK} _$

3. Substituir um instrutor com sucesso

\sqsubset SubstituirInstrutorSucesso Δ ControleDeCursos \hookrightarrow
 instrutorEntrar? , instrutorSair? : INSTRUTORES \hookrightarrow
 resp! : MSG \hookrightarrow
 $| \hookrightarrow$
 $rCursoInstrutor' = rCursoInstrutor \triangleright \{ \text{instrutorSair?} \} \cup (\text{dom} (rCursoInstrutor \triangleright \{ \text{instrutorSair?} \}) \times \{ \text{instrutorEntrar?} \}) \hookrightarrow$
 resp! = InstrutorSubstituidoOK $_$

4. Listar os alunos que tem materias com tres disciplinas em comum

\sqsubset AlunosCursosTresDisciplinas Ξ ControleDeCursos \hookrightarrow
 saida! : \mathbb{P} ALUNOS \hookrightarrow
 resp! : MSG
 $\hookrightarrow |$
 $\hookrightarrow \text{saida!} = \{ c1, c2 : \text{CURSOS} ; a : \text{ALUNOS} \mid c1 \neq c2 \wedge \# (\text{ran} (\{ c1 \} \triangleleft rCursosLivros) \cap \text{ran} (\{ c2 \} \triangleleft rCursosLivros)) > 3 \wedge ((a, c1) \in rAlunosCursos) \bullet a \} \hookrightarrow$
 resp! = RelatorioOK $_$

5. Trocar um aluno de curso

\sqsubset TrocarAlunoCurso Δ ControleDeCursos \hookrightarrow
 alunoTroca? : ALUNOS \hookrightarrow
 cursoEntrar? , cursoSair? : CURSOS \hookrightarrow
 resp! : MSG \hookrightarrow
 $| \hookrightarrow$
 $\# (\{ \text{alunoTroca?} \} \triangleleft rAlunosCursos) > 0 \hookrightarrow$
 $rAlunosCursos' = rAlunosCursos \cup \{ (\text{alunoTroca?} , \text{cursoEntrar?}) \} \setminus \{ (\text{alunoTroca?} , \text{cursoSair?}) \} \hookrightarrow$
 resp! = AlunoTrocadoOK $_$