



Instituto Superior de Engenharia de Lisboa
Departamento de Engenharia de Eletrónica e
Telecomunicações e de Computadores

Mestrado em Engenharia Informática e de Computadores
Arquitetura de Sistemas Distribuídos
2013/2014
Relatório Aula Prática Nº 3

Nome	Nº de Aluno	E-mail
Rui Miranda	A32342	a32342@alunos.isel.pt
David Coelho	A21359	a21359@alunos.isel.pt
Frederico Ferreira	A7066	a7066@alunos.isel.pt

Exercício 1

1. Crie uma base de dados com as tabelas apresentadas no ficheiro Ex1.sql. Considere os exemplos de código fornecidos nas pastas Ex1.1 e Ex1.2, os quais são alterações do código apresentado na aula (Ex2 e Ex3).

a) Elimine todos os registos das duas tabelas e corra o código do exemplo Ex1.1. Verifique o comportamento.

b) Repita o mesmo processo, mas para o código Ex1.2.

Explique a razão porque os dois comportamentos que observa são diferentes.

Implementação

No âmbito destas duas alíneas, foram criados 8 ficheiros:

- !Ex1.RunMe_AsAdmin.bat
- 0.run.setupBD.bat
- 0.run.setupBD.sql
- Ex1.clearAlunosEInteresses.bat
- Ex1.compileEExecutarExec1.1.bat
- Ex1.compileEExecutarExec1.2.bat
- Ex1.verificarAlunosEInteresses.bat
- Ex1.verificarAlunosEInteresses.sql

O primeiro *batch* utiliza os restantes ficheiros para executar uma série de tarefas necessárias à execução destas duas alíneas, sendo a primeira a paragem do Coordenador de Transacções Distribuídas ("MSDTC").

Os ficheiros 0.run.setupBD são executados em seguida com o intuito de criar a BD e respectivas tabelas. O executável do exercício 1.1 é compilado e executado (com o auxílio de Ex1.compileEExecutarExec1.1.bat) sem qualquer problema: insere dois alunos e quatro interesses, os quais são visíveis quando se executa Ex1.verificarAlunosEInteresses.bat. Cada um dos alunos e respectivos interesses é inserido na BD no âmbito da sua respectiva transacção.

Depois de se apagar estes dois alunos e respectivos interesses (recorrendo a Ex1.clearAlunosEInteresses.bat), o *batch* compila e executa o exercício 1.2 o qual falha por não estar disponível um Coordenador de Transacções Distribuídas. Este erro ocorre porque o exercício 1.2 tenta criar os dois alunos no âmbito de uma única transacção. Esta transacção única até poderia correr com sucesso se não fosse o facto de cada uma das operações de criação de aluno ligar-se à BD através da sua própria conexão. A *framework* sobre a qual a transacção assenta, dita que quando se realizam várias conexões no âmbito de uma única transacção é necessário o Coordenador de Transacções Distribuídas estar disponível para gerir esta transacção. Não estando o Coordenador disponível, a transacção falha, como se pode constatar pela mensagem de erro gerada: "SQLException:MSDTC on server 'ALUNO_SIAD-PC\ONE' is unavailable."

Exercício 2

2. Considere o código fornecido na pasta Ex2. Vá executando o código em single step e verificando nos pontos anotados o que observa na saída do no Sql Profiler (selects) e, em seguida faça “clear trace”.

a) Justifique o que observa no Sql Profiler, tendo em conta os instantes em que as observações são realizadas.

b) Explique de forma resumida a razão do código TSQL observado.

Implementação

Ao executar o primeiro troço de código observar-se o seguinte:

EventClass	TextData	ApplicationName	NTUserName	LoginName	CPU	Reads	Writes
Audit Login	-- network protocol: LPC set quoted_identifier on...	EntityFramework	ALUNO_SIAD	ALUNO_...			
SQL:BatchStarting	SELECT [Extent1].[NumAl] AS [NumAl], [...]	EntityFramework	ALUNO_SIAD	ALUNO_...			
SQL:BatchCompleted	SELECT [Extent1].[NumAl] AS [NumAl], [...]	EntityFramework	ALUNO_SIAD	ALUNO_...	0	2	0
Audit Logout							
RPC:Completed	exec sp_reset_connection	EntityFramework	ALUNO_SIAD	ALUNO_...	0	0	0
Audit Login	-- network protocol: LPC set quoted_identifier on...	EntityFramework	ALUNO_SIAD	ALUNO_...			
RPC:Completed	exec sp_executesql N'SELECT [Extent1].[NumAl]...	EntityFramework	ALUNO_SIAD	ALUNO_...	0	17	0
Audit Logout							
RPC:Completed	exec sp_reset_connection	EntityFramework	ALUNO_SIAD	ALUNO_...	0	19	0
Audit Login	-- network protocol: LPC set quoted_identifier on...	EntityFramework	ALUNO_SIAD	ALUNO_...			
RPC:Completed	exec sp_executesql N'SELECT [Extent1].[NumAl]...	EntityFramework	ALUNO_SIAD	ALUNO_...	0	2	0

O primeiro evento assinalado, consiste na execução do seguinte código:

```
SELECT
    [Extent1].[NumAl] AS [NumAl],
    [Extent1].[Nome] AS [Nome]
FROM [dbo].[Alunos] AS [Extent1]
```

Este select ocorre na primeira iteração do ciclo exterior realizado sobre a colecção que resulta da expressão *Link*:

```
from a in ctx.Alunos select a
```

Os restantes dois eventos tem assinalados na figura consistem na selecção dos interesses de cada um dos dois alunos obtidos no select anterior. O segundo evento consiste na execução da seguinte *query*:

```
exec sp_executesql N'SELECT
    [Extent1].[NumAl] AS [NumAl],
    [Extent1].[nSeq] AS [nSeq],
    [Extent1].[Interesse] AS [Interesse]
FROM [dbo].[AlunosAssEst] AS [Extent1]
WHERE [Extent1].[NumAl] = @EntityKeyValue1'
, N'@EntityKeyValue1 int', @EntityKeyValue1=1111
```

O terceiro evento difere do segundo no valor atribuído a @EntityKeyValue1 que no caso do terceiro evento é igual a 2222. Cada uma destas duas últimas queries são executadas quando se executa uma iteração do ciclo interior.

A segunda parte do programa consiste em repetir o código descrito anteriormente, mas agora para a seguinte expressão Link:

```
from a in ctx.Alunos.Include(a => a.AlunosAssEsts) select a
```

A expressão apesar de ser semelhante ao primeiro caso, implica uma diferença no comportamento assumido pela infraestrutura: quando o programa na primeira iteração do ciclo exterior acede à colecção de alunos, a seguinte query é executada na BD:

```
SELECT
    [Project1].[NumAl] AS [NumAl],
    [Project1].[Nome] AS [Nome],
    [Project1].[C1] AS [C1],
    [Project1].[NumAl1] AS [NumAl1],
    [Project1].[nSeq] AS [nSeq],
    [Project1].[Interesse] AS [Interesse]
FROM ( SELECT
    [Extent1].[NumAl] AS [NumAl],
    [Extent1].[Nome] AS [Nome],
    [Extent2].[NumAl] AS [NumAl1],
    [Extent2].[nSeq] AS [nSeq],
    [Extent2].[Interesse] AS [Interesse],
    CASE WHEN ([Extent2].[NumAl] IS NULL) THEN CAST(NULL AS int) ELSE 1 END AS [C1]
    FROM [dbo].[Alunos] AS [Extent1]
    LEFT OUTER JOIN [dbo].[AlunosAssEst] AS [Extent2]
        ON [Extent1].[NumAl] = [Extent2].[NumAl]
    ) AS [Project1]
ORDER BY [Project1].[NumAl] ASC, [Project1].[C1] ASC
```

A partir deste ponto o programa nunca mais acede à BD, o que contrasta com o caso anterior. Por um lado o primeiro caso executa mais acessos à BD; por outro, o segundo caso sobrecarrega mais a memória do computador com informação que potencialmente pode ser desnecessária.

Exercício 3

3. Considere o código c# fornecido na pasta Ex3. Vá executando o código em single step e seguindo as instruções no código. Anote as diferenças entre as duas vezes que executa o código (uma com e outra sem comentários no ponto 1).

Explique a razão de ser dos comportamentos que observa.

Implementação

Como a *flag* de detecção de alterações está desligada, apenas os objectos criados através de *Context Create* são considerados na altura de persistir os objectos. Nesta situação, qualquer objecto criado através de *new* e adicionado através de *add* não é persistido. Para persistir estes objectos é necessário indicar manualmente ao *Context* que foram associados novos objectos às instâncias criadas através de *Context Create*. É para isso que serve o `Context.ChangeTracker.DetectChanges`; indica que os dois alunos criados através do *Context* têm novas instâncias associadas que é preciso ter em conta na altura de persistir a informação dos alunos.

Sem se executar o `Context.ChangeTracker.DetectChanges` a *EntityFramework* limita-se a inserir na BD os dois alunos:

```
exec sp_executesql N'INSERT [dbo].[Alunos] ([NumAl], [Nome])
VALUES (@0, @1)', N'@0 int, @1 varchar(60)', @0=7777, @1='ana'

exec sp_executesql N'INSERT [dbo].[Alunos] ([NumAl], [Nome])
VALUES (@0, @1)', N'@0 int, @1 varchar(60)', @0=9999, @1='xavier'
```

Invocando o `Context.ChangeTracker.DetectChanges`, a *EntityFramework* insere os dois alunos na BD, como se constatou anteriormente e em seguida insere os interesses instanciados através de *new*, adicionados a cada um dos alunos:

```
exec sp_executesql N'INSERT [dbo].[AlunosAssEst] ([NumAl], [Interesse])
VALUES (@0, @1) SELECT [nSeq] FROM [dbo].[AlunosAssEst]
WHERE @@ROWCOUNT > 0 AND [NumAl] = @0 AND [nSeq] = scope_identity()'
, N'@0 int, @1 varchar(10)', @0=7777, @1='musica'

exec sp_executesql N'INSERT [dbo].[AlunosAssEst] ([NumAl], [Interesse])
VALUES (@0, @1) SELECT [nSeq] FROM [dbo].[AlunosAssEst]
WHERE @@ROWCOUNT > 0 AND [NumAl] = @0 AND [nSeq] = scope_identity()'
, N'@0 int, @1 varchar(10)', @0=9999, @1='futebol'
```

Note-se que tudo isto se deve ao facto da *flag* de detecção de alterações estar desligada. Se assim não fosse (como se verifica em condições normais) o método `Context.ChangeTracker.DetectChanges` teria sido invocado sempre que se invocou o método *add* sobre as instâncias dos alunos.

Exercício 4

4. Na BD crie o aluno de nome “aaa” e número 1111 e outro de nome “bbbb” e número 4444. Execute o código fornecido na pasta Ex4, passo a passo e verifique o comportamento.

a) Explique porque observa esse comportamento.

b) Refaça o código de modo a que toda a execução dos contextos seja feita sem aberturas e fechados consecutivos das conexões e de forma a que não ocorra o comportamento que observou.

Implementação

No caso original são usados dois contextos diferentes, cada um com a sua conexão, ambos no âmbito da mesma transacção. Cada um dos dois lê e altera um aluno diferente.

O primeiro contexto realiza a leitura do aluno com um comando semelhante ao seguinte:

```
SELECT TOP (1) [Extent1].[NumAl] AS [NumAl], [Extent1].[Nome] AS [Nome]
FROM [dbo].[Alunos] AS [Extent1]
WHERE 1111 = [Extent1].[NumAl]
```

Depois de lido, o nome do aluno é alterado, um evento que não tem qualquer reflexo na BD.

É neste ponto -- antes do primeiro contexto realizar alterações ao aluno na BD -- que o segundo contexto é instanciado. Depois de abrir uma nova conexão para a BD, este novo contexto assume um comportamento idêntico ao do primeiro contexto, mas agora para um segundo aluno. Depois do nome do segundo aluno ser alterado, é invocado o método *SaveChanges* sobre o segundo contexto -- uma invocação que não apresenta qualquer consequência na BD. Depois de sair do *scope* do segundo contexto é também invocado o método *SaveChanges*, agora sobre o primeiro contexto, de forma a persistir as alterações ao nome do primeiro aluno. É neste ponto que a *EntityFramework* emite as instruções de *UPDATE* para actualizar o nome de ambos os alunos:

```
exec sp_executesql N'
UPDATE [dbo].[Alunos] SET [Nome] = @0
WHERE (([NumAl] = @1) AND ([Nome] = @2))',
N'@0 varchar(60), @1 int, @2 varchar(60)',
@0='xico', @1=1111, @2='aaa'
```

```
exec sp_executesql N'
UPDATE [dbo].[Alunos] SET [Nome] = @0
WHERE (([NumAl] = @1) AND ([Nome] = @2))',
N'@0 varchar(60), @1 int, @2 varchar(60)',
@0='xxxx', @1=4444, @2='bbbb'
```

Posteriormente resta apenas terminar a transacção com *commit*.

O segundo exemplo, é uma versão modificada do primeiro exemplo. A modificação tem por objectivo evitar que a abertura do segundo contexto implique a abertura de uma nova conexão. Assim, em vez de se utilizar o construtor sem parâmetros dos contextos -- algo que indica que essa instância de contexto deve criar a sua própria conexão para a base de dados -- é passada aos contextos uma conexão instanciada e controlada localmente.

No primeiro exemplo o seguinte código:

```
using (var ctx = new ASIEntities7())
```

é substituído por:

```
public partial class ASIEntities7 : DbContext {  
    public ASIEntities7(EntityConnection cn) : base(cn,false) { }  
}  
(...)  
EntityConnection cn = new EntityConnection("name=ASIEntities7");  
using (var ctx = new ASIEntities7(cn)) {  
(...)
```

Exercício 5

5. Altere programa do exercício 2 para, usando instâncias de DbContext diferentes:

- Num contexto, inserir os alunos de nomes “Pedro” e “Paula” com, respectivamente os números 1001 e 2002.
- Noutro contexto, acrescentar os interesses “i1” e “i2” à Paula, usando os objecto do ponto anterior.
- Num terceiro contexto, eliminar a aluna Paula, usando os objectos dos pontos anteriores.

Implementação

O programa começa por criar uma conexão que será partilhada por todos os contextos e instância dois Alunos que representam "Pedro" e "Maria":

```
EntityConnection cn = new EntityConnection("name=ASIEntities7");
```

```
var alnPedro = new Aluno { NumAl = 1001, Nome = "Pedro" };  
alnPedro.AlunosAssEsts = new HashSet<AlunosAssEst>();
```

```
var alnPaula = new Aluno { NumAl = 1002, Nome = "Paula" };  
alnPaula.AlunosAssEsts = new HashSet<AlunosAssEst>();
```

Em seguida instância-se o primeiro contexto que persiste os dois alunos na BD:

```
using (var ctx1 = new ASIEntities7(cn))  
{  
    // em alternativa a usar o Sql Server Profiler, pode fazer:  
    ctx1.Database.Log = Console.Write;  
  
    ctx1.Alunos.Add(alnPedro);  
    ctx1.Alunos.Add(alnPaula);  
  
    ctx1.SaveChanges();  
}
```

Note-se que por omissão, a detecção de alterações no contexto está activa, razão pela qual se dispensa a invocação ao método DetectChanges do contexto. O método SaveChanges provoca a execução do seguinte SQL:

```
exec sp_executesql N'INSERT [dbo].[Alunos] ([NumAl], [Nome])  
VALUES (@0, @1) ',  
N'@0 int,@1 varchar(60)',@0=1001,@1='Pedro'  
exec sp_executesql N'INSERT [dbo].[Alunos] ([NumAl], [Nome])  
VALUES (@0, @1) ',  
N'@0 int,@1 varchar(60)',@0=1002,@1='Paula'
```


O segundo contexto é criado com objectivo de se adicionar interesses à aluna "Paula":

```
using (var ctx2 = new ASIEntities7(cn))
{
    // em alternativa a usar o Sql Server Profiler, pode fazer:
    ctx2.Database.Log = Console.Write;

    var i1 = new AlunosAssEst { NumAl = 1002, Interesse = "i1" };
    var i2 = new AlunosAssEst { NumAl = 1002, Interesse = "i2" };

    alnPaula.AlunosAssEsts.Add(i1);
    alnPaula.AlunosAssEsts.Add(i2);
    ctx2.AlunosAssEsts.Add(i1);
    ctx2.AlunosAssEsts.Add(i2);

    ctx2.SaveChanges();
}
```

Note-se a adição manual dos dois interesses ao contexto. Este passo é necessário porque a adição dos interesses à aluna não é suficiente: o contexto não é informado sobre a adição destes objectos à aluna. Este é o preço a pagar pelo facto do objecto que representa a aluna ser um Simples Objecto de C# -- "POCO". O método `SaveChanges` provoca a execução do seguinte SQL:

```
exec sp_executesql N'INSERT [dbo].[AlunosAssEst]([NumAl], [Interesse])
VALUES (@0, @1)
SELECT [nSeq] FROM [dbo].[AlunosAssEst]
WHERE @@ROWCOUNT > 0 AND [NumAl] = @0 AND [nSeq] = scope_identity()',
N'@0 int,@1 varchar(10)', @0=1002, @1='i1'

exec sp_executesql N'INSERT [dbo].[AlunosAssEst]([NumAl], [Interesse])
VALUES (@0, @1)
SELECT [nSeq] FROM [dbo].[AlunosAssEst]
WHERE @@ROWCOUNT > 0 AND [NumAl] = @0 AND [nSeq] = scope_identity()',
N'@0 int,@1 varchar(10)', @0=1002, @1='i2'
```

Finalmente, o terceiro contexto é responsável pela remoção da aluna "Paula" da base de dados:

```
using (var ctx3 = new ASIEntities7(cn))
{
    // em alternativa a usar o Sql Server Profiler, pode fazer:
    ctx3.Database.Log = Console.Write;
```

```

        ctx3.Alunos.Attach(alnPaula);
        ctx3.Alunos.Remove(alnPaula);

        ctx3.SaveChanges();
    }

```

As únicas acções realizadas são a adição da aluna "Paula" ao contexto e a instrução de remoção. Esta última indica à *framework* que a aluna deve ser apagada da BD juntamente com as respectivas referencias, que neste caso se limitam a dois interesses:

```

exec sp_executesql N'DELETE [dbo].[AlunosAssEst]
WHERE (([NumAl] = @0) AND ([nSeq] = @1))',
N'@0 int,@1 int', @0=1002, @1=33
exec sp_executesql N'DELETE [dbo].[AlunosAssEst]
WHERE (([NumAl] = @0) AND ([nSeq] = @1))',
N'@0 int,@1 int', @0=1002, @1=34
exec sp_executesql N'DELETE [dbo].[Alunos]
WHERE (([NumAl] = @0) AND ([Nome] = @1))',
N'@0 int,@1 varchar(60)', @0=1002, @1='Paula'

```

Exercício 6

6. Altere o código do exercício 5 de forma a que a alteração dos alunos seja feita usando controlo de concorrência optimista.

Implementação

O exercício anterior foi alterado de forma a instanciar duas conexões: uma conexão da *EntityFramework* e uma conexão de *ADO.Net*. O objectivo é alterar o nome de um aluno concorrentemente através das duas tecnologias. Começa-se por inserir dois novos alunos, à semelhança do exercício anterior:

```
EntityConnection cn = new EntityConnection("name=ASIEntities7");
DbConnection dbcn = new SqlConnection( System.Configuration.
    ConfigurationManager.ConnectionStrings["basedados"].ConnectionString );

var alnPedro = new Aluno { NumAl = 1001, Nome = "Pedro" };
alnPedro.AlunosAssEsts = new HashSet<AlunosAssEst>();

var alnPaula = new Aluno { NumAl = 1002, Nome = "Paula" };
alnPaula.AlunosAssEsts = new HashSet<AlunosAssEst>();

using (var ctx1 = new ASIEntities7(cn)) {
    ctx1.Alunos.Add(alnPedro);
    ctx1.Alunos.Add(alnPaula);
    SaveContextChanges(ctx1, PoliticaConcorrencencia.UsarInfoBD);
}
```

O método `SaveContextChanges` será analisado posteriormente, mas é essencialmente responsável pela invocação do método `SaveChanges` sobre o contexto `ctx1`.

Em seguida usa-se a *EntityFramework* para tentar alterar o nome de um aluno. O aluno é lido via *EntityFramework*, o seu nome é alterado, mas antes que se possa persistir essa alteração, o nome desse aluno é alterado na BD via *ADO.Net*. Ao tentar persistir as alterações realizadas sobre o aluno, a *EntityFramework* depara-se com um conflito, o qual se manifesta no âmbito do método `SaveContextChanges`. Como este método foi instruído para assumir uma política pessimista -- é válida a informação que for encontrada na BD -- resolve o conflito actualizando o aluno com o nome que foi encontrado na BD:

```
using (var ctxPessimista = new ASIEntities7(cn))
{
    Aluno alnPedroCtx = (from a in ctxPessimista.Alunos
                        where a.NumAl == 1001 select a).First();
    alnPedroCtx.Nome = "Pedro ContextoEF6";

    ExecutedML(dbcn, "O ADO.Net vai mudar o nome do Pedro para 'Pedro ADO.Net'.",
        "UPDATE [BD3_1].[dbo].[Alunos]
        SET [Nome] = 'Pedro ADO.Net' WHERE [NumAl] = 1001");

    Console.WriteLine("O EF6 vai mudar o nome do Pedro para 'Pedro ContextoEF6'.
        Antes de gravar, alnPedroCtx.Nome = {0}", alnPedroCtx.Nome);
}
```

```

SaveContextChanges(ctxPessimista, PoliticaConcorrencia.UsarInfoBD);
Console.WriteLine("Depois de gravadas as alteracoes com uma politica pessimista
    (vale o que esta na BD), o nome do Pedro no ambito do contexto
    EF6 é: alnPedroCtx.Nome = {0})", alnPedroCtx.Nome);
}

```

O exemplo final é muito semelhante ao anterior mas com a diferença de quando a *EntityFramework* se depara com o conflito no método `SaveContextChanges`, este assume uma política otimista -- é válida a informação que está na entidade aluno -- e resolve o conflito actualizando o nome do aluno na BD com o nome que se encontra na entidade aluno no contexto *EntityFramework*:

```

using (var ctxOptimista = new ASIEntities7(cn))
{
    Aluno alnPedroCtx = (from a in ctxOptimista.Alunos
        where a.NumAl == 1001 select a).First();
    alnPedroCtx.Nome = "Pedro ContextoEF6";

    ExecuteDML(dbcn, "O ADO.Net muda o nome para 'Pedro ADO.Net Outra Vez'.",
        "UPDATE [BD3_1].[dbo].[Alunos] SET [Nome] = 'Pedro ADO.Net Outra Vez'
        WHERE [NumAl] = 1001");

    Console.WriteLine("O EF6 vai mudar o nome do Pedro para 'Pedro ContextoEF6'.
        Antes de gravar, alnPedroCtx.Nome = {0}", alnPedroCtx.Nome);
    SaveContextChanges(ctxOptimista, PoliticaConcorrencia.UsarInfoCtx);
    Console.WriteLine("Depois de gravadas as alteracoes com uma politica otimista
        (vale o que esta no Contexto), o nome do Pedro no ambito do
        contexto EF6 é: alnPedroCtx.Nome = {0})", alnPedroCtx.Nome);
}

```

O método `ExecuteDML` limita-se a executar o SQL que lhe é passado por parâmetro:

```

private static void ExecuteDML(DbConnection cn, String msg, String cmdTxt) {
    Console.WriteLine(msg);
    DbCommand cmd = cn.CreateCommand();
    cmd.CommandText = cmdTxt;
    cn.Open(); cmd.ExecuteNonQuery(); cn.Close();
}

```

O método `SaveContextChanges` grava as alterações realizadas no contexto invocando o método `SaveChanges` sobre o mesmo. Mais; invoca o método as vezes que forem necessárias até que não ocorra uma excepção nessa invocação.

Quando ocorre uma excepção que indica um conflito, verifica-se a política que foi escolhida por quem invocou `SaveContextChanges`: se se escolheu uma política pessimista, a entidade que provocou o conflito é simplesmente actualizada com os novos dados que se encontram na BD, perdendo-se assim os dados que se encontravam na entidade. Se se escolheu uma política otimista, a entidade que provocou o conflito é alterada de forma a que os seus valores **originais** batam certo com os novos dados que se encontram na BD. Desta forma, na próxima invocação do método `SaveChanges`, no irá ocorrer um conflito e perdem-se assim os dados que se encontravam na BD.

```

private enum PoliticaConcorrenencia { UsarInfoBD, UsarInfoCtx };
private static void SaveContextChanges(DbContext ctx,
    PoliticaConcorrenencia politicaConcorrenencia = PoliticaConcorrenencia.UsarInfoCtx) {
    bool falha;
    do {
        falha = false;
        try { ctx.SaveChanges(); }
        catch (DbUpdateConcurrencyException ex) {
            Console.WriteLine("Ocorreu uma DbUpdateConcurrencyException
                               durante o SaveChanges.");
            falha = true;
            switch (politicaConcorrenencia) {
                case PoliticaConcorrenencia.UsarInfoBD: {
                    // ignorar as alterações feitas no contexto e usar a
                    // informação corrente na BD (estado = unchanged)
                    ex.Entries.Single().Reload();
                    break;
                }
                case PoliticaConcorrenencia.UsarInfoCtx: {
                    // esmagar as alterações na BD
                    var entry = ex.Entries.Single();
                    var dbValues = entry.GetDatabaseValues();
                    entry.OriginalValues.SetValues(dbValues);
                    break;
                }
                default:
                    throw new Exception(
                        "Politica desconhecida: " + politicaConcorrenencia.ToString());
            }
        }
    } while (falha);
}

```