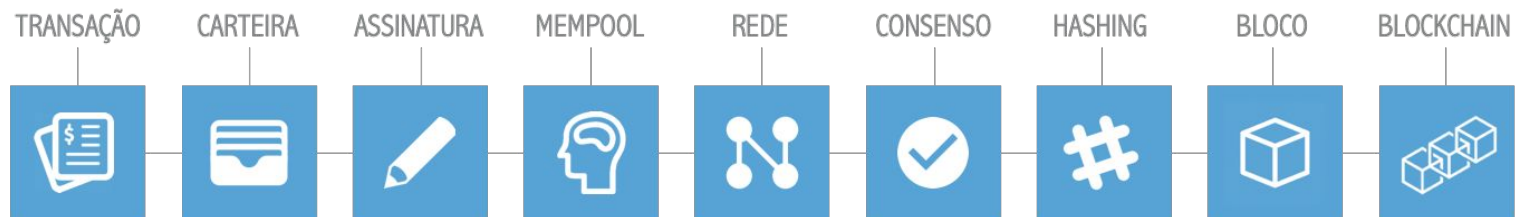


IMD0913

# ARQUITETURA DE UM BLOCKCHAIN *SCRIPT BITCOIN*

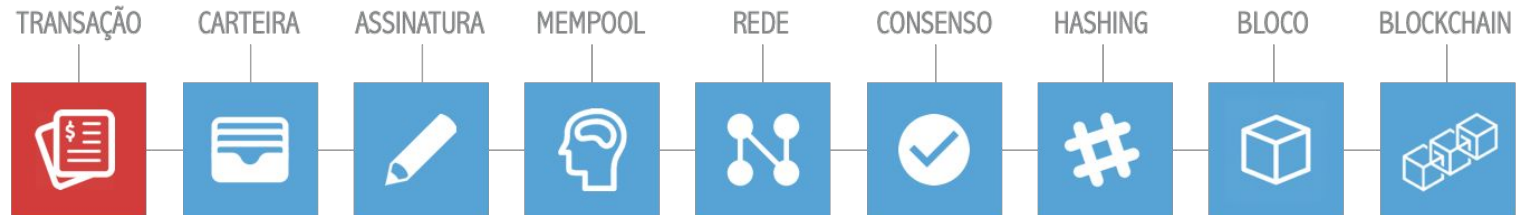
## ARQUITETURA DE UM **BLOCKCHAIN**

---



## ARQUITETURA DE UM **BLOCKCHAIN**

---



# Scripts Bitcoin

"Endereços de saída" na verdade são ***scripts***

```
"scriptPubKey": "OP_DUP OP_HASH160 7f9b1a7fb68d60c536c2fd8aeaa53a8f3cc025a8 OP_EQUALVERIFY OP_CHECKSIG"
```

*Script* ou *Bitcoin Scripting Language*

Baseada em pilha (*push* e *pop*)

*Script* é avaliado da esquerda para direita

Dois tipos de informação: dados e **OPCODEs**

**Simples**, não é Turing-completo (sem *loops*)

# Transação: relembrando...

```
{
  "version": 1,
  "locktime": 0,
  "vin": [
    {
      "txid": "7957a35fe64f80d234d76d83a2a8f1a0d8149a41d81de548f0a65a8a999f6f18",
      "vout": 0,
      "scriptSig" :
        "3045022100884d142d86652a3f47ba4746ec719bbfbd040a570b1deccbb6498c75c4ae24cb02204b9f039ff08df09cbe9f6addac960298cad530a863ea8f53982c09db8f6e38130484ecc0d46f1918b30928fa0e4ed99f16a0fb4fde0735e7ade8416ab9fe423cc5412336376789d172787ec3457eee41c04f4938de5cc17b4a10fa336a8d752adf",
      "sequence": 4294967295
    }
  ],
  "vout": [
    {
      "value": 0.01500000,
      "scriptPubKey": "OP_DUP OP_HASH160 ab68025513c3dbd2f7b92a94e0581f5d50f654e7 OP_EQUALVERIFY OP_CHECKSIG"
    },
    {
      "value": 0.08450000,
      "scriptPubKey": "OP_DUP OP_HASH160 7f9b1a7fb68d60c536c2fd8aeea53a8f3cc025a8 OP_EQUALVERIFY OP_CHECKSIG",
    }
  ]
}
```

<https://blockchain.info/tx/0627052b6f28912f2703066a912ea577f2ce4da4caa5a5fbd8a57286c345c2f2>

## Script

Lista de instruções armazenada em cada transação que quando executada determina se uma transação é válida e os bitcoins podem ser gastos.

# Script

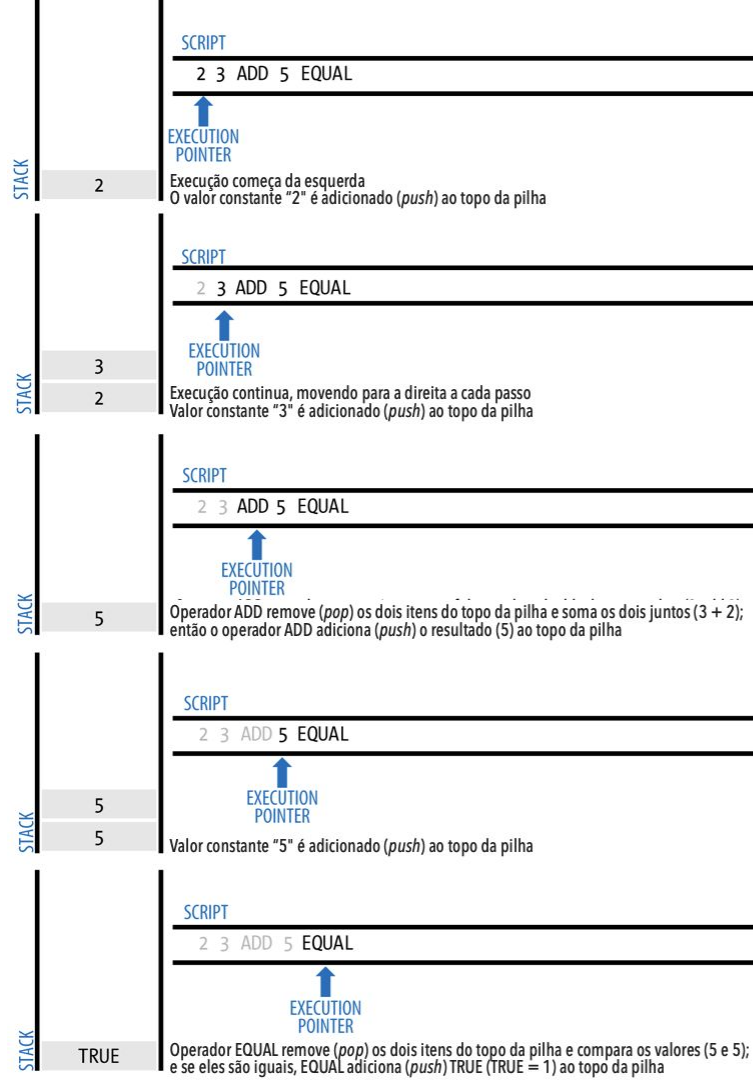
O nome da linguagem de *scripting* do Bitcoin.

# Bitcoin Scripting Language

Dados sempre são inseridos (***push***) na pilha

OPCODEs podem retirar (***pop***) elementos da pilha, fazer algo com eles, e opcionalmente inserir (***push***) novos elementos na pilha





# Bitcoin Scripting Language

2 7 OP\_ADD 3 OP\_SUB 1 OP\_ADD 7 OP\_EQUAL

# Por que usamos *scripts*?

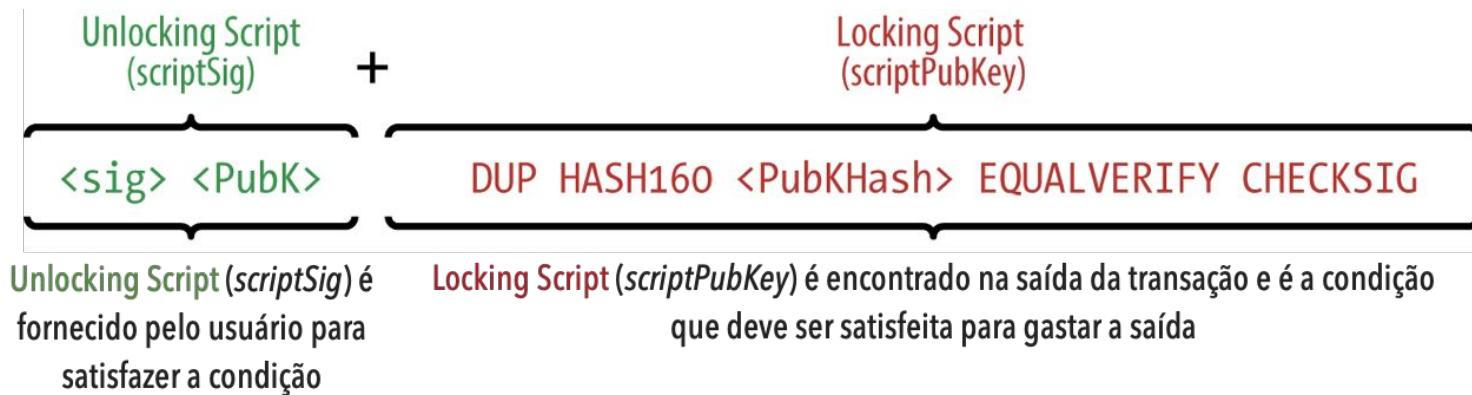
**Pergunta:** Por que não fazemos uma comparação simples entre chave pública e assinatura ao invés de usar OPCODEs e operações em pilha?!?!?

**Resposta:** Porque com Script e OPCODEs podemos criar diferentes tipos de “problemas” para “destravar” os bitcoins

# Bitcoin Scripting Language

A maioria das transações processadas pela rede Bitcoin tem o formato “***Pagamento para o endereço bitcoin de Bob***”, baseados no script **P2PKH** (*pay-to-public-key-hash*)

# Bitcoin Scripting Language



# Bitcoin Scripting Language: Exemplo

Usando um exemplo aritmético como *locking script*:

```
3 OP_ADD 5 OP_EQUAL
```

Que pode ser satisfeita por uma transação contendo uma entrada com o seguinte *unlocking script*:

```
2
```

O *software* que for validar combina os *scripts*:

```
2 3 OP_ADD 5 OP_EQUAL
```

```
OP_TRUE
```



TRANSAÇÃO VÁLIDA!

## P2PKH: *pay to public key hash*

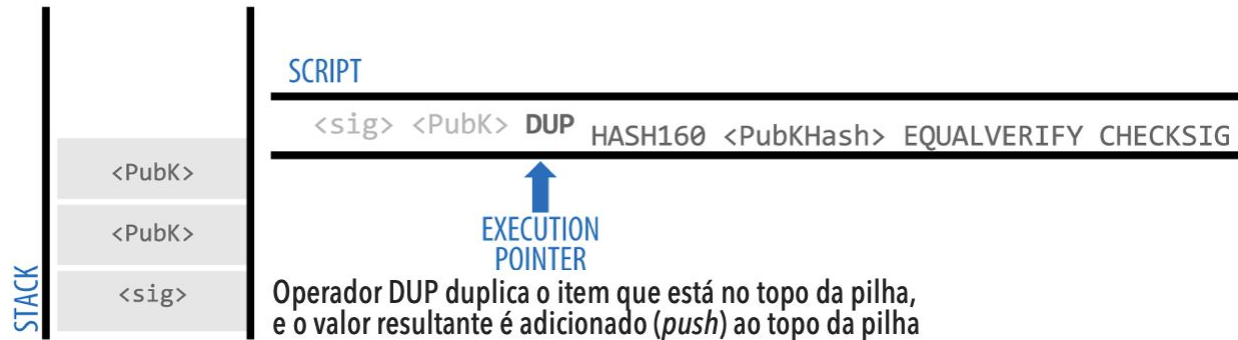
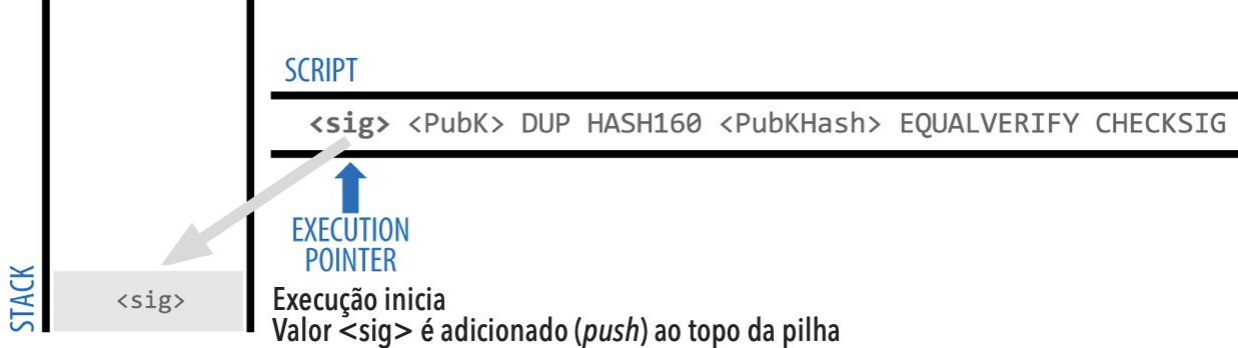
**Locking script (scriptPubKey):** encontrado na saída da transação anterior, especifica os requisitos para resgatar a transação

**Unlocking script (scriptSig):** encontrado na entrada da transação, resgata a saída da transação anterior

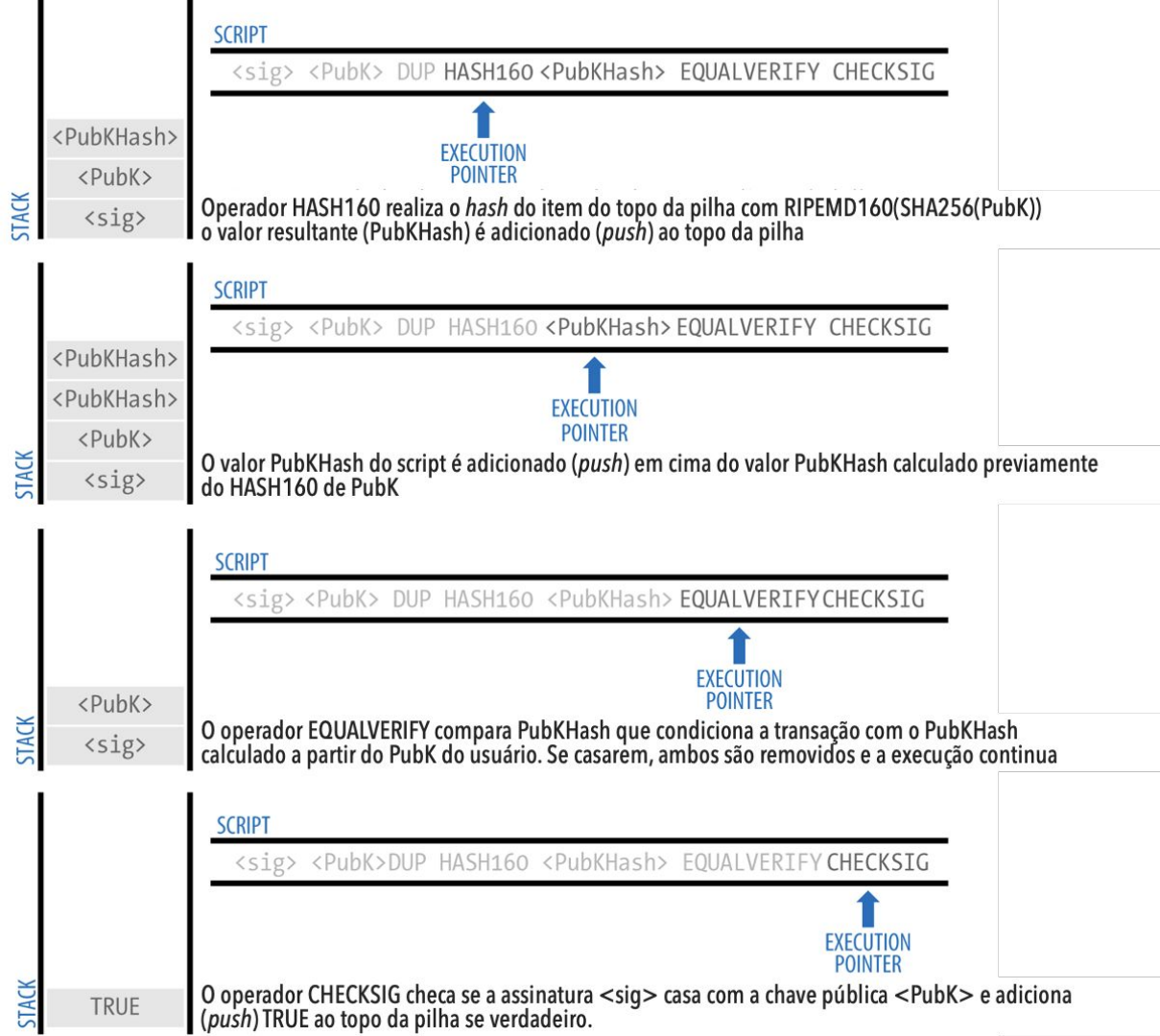
Um nó bitcoin vai validar a transação executando os *scripts* de *unlocking* e *locking* sequencialmente

```
"scriptSig" : <Cafe Signature> <Cafe Public Key>  
"scriptPubKey": OP_DUP OP_HASH160 <Cafe Public Key Hash> OP_EQUALVERIFY OP_CHECKSIG  
<Cafe Signature> <Cafe Public Key> OP_DUP OP_HASH160 <Cafe Public Key Hash> OP_EQUALVERIFY OP_CHECKSIG
```

```
"scriptSig" : "3045022100884d142d86652a3f47ba4746ec719bbfbd040a570b1deccbb6498c75c4ae24cb02204b9f039...  
"scriptPubKey": "OP_DUP OP_HASH160 ab68025513c3dbd2f7b92a94e0581f5d50f654e7 OP_EQUALVERIFY OP_CHECKSIG"
```








# Transação

Home / Block - 277316 / Transaction 0627052b6f28912f2703066a912ea577f2ce4da4caa5a5fbd8a57286c345c2f2

## Summary

Height	277316	Input	0.10000000 BTC
Confirmations	395817	Output	0.09950000 BTC
Timestamp	2013-12-27 20:11:54	Sigops	8
Size (rawtx)	258 Bytes	Fees	0.00050000 BTC
Virtual Size	258 Bytes	Fees Rate (BTC / kVB)	0.00193798 BTC
Weight ⓘ	1,032	Other Explorers	 BLOCKCHAIR

Input (1)	0.10000000 BTC	Output (2)	0.09950000 BTC
-----------	----------------	------------	----------------

 1Cdid9KFAaatwczBwBttQcwXYCpvK8h7FK

0.10000000

1GdK9UzpHBzqzX2A9JFP3Di4weBwqgmoQA

0.01500000 

1Cdid9KFAaatwczBwBttQcwXYCpvK8h7FK

0.08450000 

395,817 Confirmations


# Transação

[Home](#) / [Address - 1GdK9UzpHBzqzX2A9JFP3Di4weBwqgmoQA](#)

Summary

Address

1GdK9UzpHBzqzX2A9JFP3Di4weBwqgmoQA



Balance

0.26594525 BTC


Total Received

0.26594525 BTC

Tx Count

33

Other Explorers

 BLOCKCHAIR

[Transaction](#) 33

[Unconfirmed Transaction](#) 0

[Stats](#)

[Mentions](#) 0

[Export](#)

c70231ff868388d31a525ac2c783ea56bacc2d1138c80ff619fa3bda4be69980

7 Satoshis/vByte0.00001665 BTC567,8512019-03-19 14:50:54

15c6bgm945th49ba7TAeVgrcHaXh2xYZ4m

0.00367868

>

1DnZiAXMeB2ba8XGV43yyhKxnKejbeCwW9

0.00361203

1GdK9UzpHBzqzX2A9JFP3Di4weBwqgmoQA

0.00005000

+ 0.00005000

105,302 Confirmations

e6680df8309ee3d74f07d7a347d5aaa53ef3525221977a6a561012cf64b9d273

515 Satoshis/vByte0.00115982 BTC482,8092017-08-31 11:34:48

1Ncih7xWc17bkvUPsMaawBuUnyxr4FQxG

0.01660349

>

1GdK9UzpHBzqzX2A9JFP3Di4weBwqgmoQA

0.01500000

1DcMwaS3rA1RpMiauD3zMaCYm1XRy4oY

0.00044367

+ 0.01500000

190,344 Confirmations

# OP\_RETURN

Como escrever dados arbitrários no blockchain?

`OP_RETURN <data>`

Até 80 *bytes*

Esse *script* de saída não pode ser gasto - prova de que você destruiu a moeda (usado como *proof-of-burn* em algumas criptos)

Qualquer coisa depois de OP\_RETURN não é processado, então dados arbitrários podem ser inseridos

# OP\_RETURN

Casos de uso:

Prova de existência de algo em um instante de tempo específico

<https://proofofexistence.com/>

*Proof-of-burn* para outras criptomoedas \*

Counterparty (CXP)

Chaves públicas geradas sem chave privada

<https://btc.com/1CounterpartyXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXUWLpVr>

<https://btc.com/1BitcoinEaterAddressDontSendf59kuE>

# OP\_RETURN

<https://btc.com/8bae12b5f4c088d940733dcd1455efc6a3a69cf9340e17a981286d3778615684>

Home / Block - 308570 / Transaction 8bae12b5f4c088d940733dcd1455efc6a3a69cf9340e17a981286d3778615684

### Summary

Height	308570	Input	0.00220000 BTC
Confirmations	364585	Output	0.00200000 BTC
Timestamp	2014-06-30 02:45:09	Sigops	4
Size (rawtx)	254 Bytes	Fees	0.00020000 BTC
Virtual Size	254 Bytes	Fees Rate (BTC / kVB)	0.00078740 BTC
Weight ⓘ	1,016	Other Explorers	BLOCKCHAIR

### Input (1) 0.00220000 BTC Output (2) 0.00200000 BTC

1HnhWpkMHmjgt167kvgcPyrMmsCQ2wPgg	0.00220000	Unable to decode output address	0.00000000
		1HnhWpkMHmjgt167kvgcPyrMmsCQ2wPgg	0.00200000

### Input Scripts

4830450220446df4e6b875af246800c8c976de7cd6d7d95016c4a8f7bcd8ba81679cbda242022100c1ccfacfeb5e83087894aa8d9e37b11f5c054a75d030d5bfd94d17c5bc953d4a0141045901f6367ea950a5665335065342b952c5d5d60607b3cdc6c69a03df1a6b915aa02e0c05e07095a2548a98dcdd84d875c6a3e130bafadfd45e694a3474e71405a4

### Output Scripts

NULL\_DATA OP\_RETURN 636861726c6579206c6f766573206865696469

P2PKH OP\_DUP OP\_HASH160 b8268ce4d481413c4e848ff353cd16104291c45b OP\_EQUALVERIFY OP\_CHECKSIG

636861726c6579206c6f766573206865696469  
=  
charley loves heidi

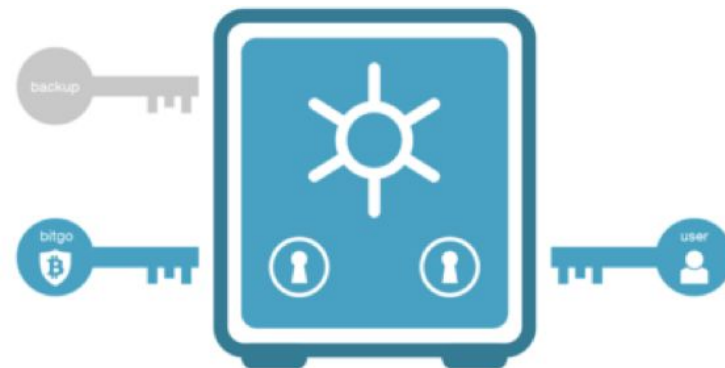
# Multiassinatura (multisig)

Esquema  $M$ -de- $N$

$N$ : total de chaves

$M$ : threshold de chaves necessárias

Script **P2MS** (*pay to multisig*)



```
M <Public Key 1> <Public Key 2> ... <Public Key N> N CHECKMULTISIG
```

# Multiassinatura (multisig)

```
2 <Chave Pública A> <Chave Pública B> <Chave Pública C> 3 CHECKMULTISIG
```

```
<Assinatura B> <Assinatura C>
```

```
<Assinatura B> <Assinatura C> 2 <Chave Pública A> <Chave Pública B> <Chave Pública C> 3 CHECKMULTISIG
```



TRANSAÇÃO VÁLIDA!



## P2SH (*pay to script hash*)

No Bitcoin, quem envia especifica um *locking script*, e quem recebe provê um *unlocking script*

**Pay-to-Pub-Key-Hash (P2PKH):** Vendedor (recebedor da transação) diz “*envie suas moedas para o hash dessa chave pública*”.

Caso mais simples e mais comum

**Pay-to-Script-Hash (P2SH):** Vendedor diz “*envie suas moedas para o hash desse script; Eu vou prover o script e os dados para fazer o script retornar TRUE quando eu resgatar as moedas*”

Vendedor não pode dizer, por exemplo: “para me pagar, escreva um script de saída complicado que me permita gastar usando multi-assinaturas”

# Por que P2SH?

Dispensa a escrita complexa de *script* por quem vai enviar

Faz mais sentido do ponto de vista de pagador-beneficiário

Mercador (ao invés do cliente) é responsável por escrever o *script* de maneira correta e segura

Cliente não quer saber do *script*

Exemplo: **multisig**

$M$ -de- $N$  assinaturas especificadas podem resgatar e gastar a saída da transação

## P2SH (*pay to script hash*)

Mohammed tem uma empresa de importação/exportação e usa o recurso de multi-assinatura do Bitcoin

Para resgate de recursos é necessário 2-de-5 assinaturas, entre ele, seus três parceiros e seu advogado:

```
2 <Chave Pública de Mohammed> <Chave Pública Parceiro1> <Chave Pública Parceiro2> <Chave Pública  
Parceiro3> <Chave Pública do Advogado> 5 CHECKMULTISIG
```

### **Sem P2SH:**

1. Mohammed precisaria comunicar esse *script* a todos os seus clientes antes do pagamento;
2. Todo cliente teria que utilizar um *software* de carteira especial para suportar multisig, e entender essa funcionalidade;
3. A transação resultante seria aproximadamente 5x maior (devido as longas chaves públicas);
4. O fardo da grande transação recairia sobre o cliente, na forma de taxas de transação (*fees*).

## P2SH (*pay to script hash*)

Com P2SH, *locking scripts* complexos são substituídos pelo seu *fingerprint* digital, ou seja, seu *hash* criptográfico

Quando uma nova transação quiser gastar esse UTXO, deve apresentar:

- o *script* que casa com a *hash*

- o *unlocking script*

No P2SH, o *locking script* que é substituído pela *hash* é chamado de *redeem script*

## P2SH (*pay to script hash*)

Script complexo **sem** P2SH

<i>Locking Script</i>	2 PubKey1 PubKey2 PubKey3 PubKey4 PubKey5 5 CHECKMULTISIG
<i>Unlocking Script</i>	Sig1 Sig2

Script complexo **com** P2SH

<i>Redeem Script</i>	2 PubKey1 PubKey2 PubKey3 PubKey4 PubKey5 5 CHECKMULTISIG
<i>Locking Script</i>	HASH160 <20-byte hash do redeem script> EQUAL
<i>Unlocking Script</i>	Sig1 Sig2 <redeem script>

# P2SH (*pay to script hash*)

*Redeem script* de Mohammed:

```
2 <Chave Pública de Mohammed> <Chave Pública Parceiro1> <Chave Pública Parceiro2> <Chave Pública  
Parceiro3> <Chave Pública do Advogado> 5 CHECKMULTISIG
```

*Redeem script* de Mohammed:

```
2  
04C16B8698A9ABF84250A7C3EA7EEDEF9897D1C8C6ADF47F06CF73370D74DCCA01CDCA79DCC5C395D7EEC6984D83F1F50C900A24DD47F569FD4193AF5D0E762C587  
04A2192968D8655D6A935BEAF2CA23E3F8B7A3495E7AF308EDF08DAC3C1FCBFC2C75B4B0F4D0B1B70CD2423657738C0C2B1D5CE65C97D78D0E34224858008E8B49  
047E63248B75DB7379BE9CDA8CE5751D16485F431E46117B9D0C1837C9D5737812F393DA7D4420D7E1A9162F0279CFC10F1E8E8F3020DECDBC3C0DD389D9977965  
0421D65CB07149B255382ED7F78E946580657EE6FDA162A187543A9D85BAAA93A4AB3A8F044DADA618D087227440645ABE8A35DA8C5B73997AD343BE5C2AFD94A5  
043752580AFA1ECED3C68D446BCAB69AC0BA7DF50D56231BE0AABF1FDEEC78A6A45E394BA29A1EDF518C022DD618DA774D207D137AAB59E0B000EB7ED238F4D800  
5 CHECKMULTISIG
```

*Hash* de 20 bytes do *redeem script* de Mohammed:

```
54c557e07dde5bb6cb791c7a540e0a4796f5e97e
```

*Locking script* da transação:

```
HASH160 54c557e07dde5bb6cb791c7a540e0a4796f5e97e EQUAL
```

# P2SH: validando os scripts

Primeiro o *redeem script* é conferido com o *locking script* para garantir que o *hash* casa:

```
<2 PK1 PK2 PK3 PK4 PK5 5 CHECKMULTISIG> HASH160 <redeem scriptHash> EQUAL
```

Se o *redeem script* casa, o *unlocking script* é executado para destravar o *redeem script*:

```
<Sig1> <Sig2> 2 PK1 PK2 PK3 PK4 PK5 5 CHECKMULTISIG
```

# P2SH (pay to script hash)

<https://btc.com/d3adb18d5e118bb856f8ea4b1af936602454b44a98fc6c823aedc858b491fc13>

Home / Block - 232593 / Transaction d3adb18d5e118bb856f8ea4b1af936602454b44a98fc6c823aedc858b491fc13

Summary

Height	232593	Input	0.10000000 BTC
Confirmations	440564	Output	0.09980000 BTC
Timestamp	2013-04-22 11:29:22	Sigops	0
Size (rawtx)	222 Bytes	Fees	0.00020000 BTC
Virtual Size	222 Bytes	Fees Rate (BTC / kVB)	0.00090090 BTC
Weight	888	Other Explorers	BLOC

Input (1)	0.10000000 BTC	Output (1)	0.09980000 BTC
<div><div>1HJnNmse4FuWgcwKs12EnSxgmXY5AqYJvM</div><div>0.10000000</div></div>		<div><div>3JALUHKvqB7NT0PA2jALntCUWmvsgYMyGj</div><div>0.09980000</div></div>	

440,564 Confirmations

Input Scripts

48304502204c3da378d8323a7233892b8050f738da69da7f65ddcd9815d9ad352286b70c202100dff11c19338daa85ec5b124434de3b4378ebe8c56950348d5f66197af1d04f09014104910ae6c9b41b04d366ea54e920663c691843bb83ef7336cd6a0f79b0ac82ee38d2ca23a24adc2348d82c8ca13f0db885712493e89d88551118a7e80ff66ab23c

Output Scripts

P2SH OP\_HASH160 b4acb9d78d6a6256964a60484c95de490eaaae75 OP\_EQUAL

Home / Block - 232595 / Transaction cc11ca9e9dc188663c41eb23b15370f68eded56b7ec54dd5bc4f2d2ae93adbb2

Summary

Height	232595	Input	0.09980000 BTC
Confirmations	440563	Output	0.09960000 BTC
Timestamp	2013-04-22 11:58:23	Sigops	12
Size (rawtx)	436 Bytes	Fees	0.00020000 BTC
Virtual Size	436 Bytes	Fees Rate (BTC / kVB)	0.00045872 BTC
Weight	1,744	Other Explorers	BLOCKCHAIR

Input (1)	0.09980000 BTC	Output (1)	0.09960000 BTC
<div><div>3JALUHKvqB7NT0PA2jALntCUWmvsgYMyGj</div><div>0.09980000</div></div>		<div><div>3BnZYLFFeGAa14aTavSuhez7nAAnjjAJpB</div><div>0.09960000</div></div>	

440,563 Confirmations

Input Scripts

00483044022018b88c05ab571c31b3f17a98ed5909cf43218f472b7beb82b6857d3b1edf4ee0220686627e66b368e298114a097b5814a76fdaac23f7728a42d38415552ba68c822010149304022100b7a70f4c3b2b5d2475f9664b077b0646c0251c89b446aadb8a8b584b74e0414022100d536d276741801a908fd7c2ee25f444f549b56d7a6c82599ef67b1edbd24014c9524104f3d35132084eb10996504178c20db42d232960124451e93f6480b6533db33ba24b9000000923050a61464821c7b0f550b36879c26a3b493b7041e1215356a04104ab4ecc9e8ea2da0562af25bcaede00c4d5a00db0edc17672376decf0a35a34fcd3f1ffad1fb74f67b198b9231c25df88e0769bec49975649b0b3f40adafb04104f7149f270717c00f6cc99b9c3c22791c4aab1af40a5107aacca85b6f644cc0d84459308f998d801b8d9d355f8ec33b0e41866841e2870754cf667a9821703d53ae



