

## Placa Arduino MEGA 2560 – Conexões físicas

Este documento foi produzido utilizando como referências as seguintes fontes:

1. [Arduino MEGA 2560 - Saiba mais sobre a placa no Embarcados](#)
2. Communication Systems; Carlson, A. Bruce; McGraw Hill, 1986.
3. [Comunicação SPI \(Serial Peripheral Interface\) – Parte 1 - Embarcados](#)
4. [Comunicação I2C - Microcontrolandos](#)
5. Atmel ATmega640/V-1280/V-1281/V-2560/V-2561/V - *Datasheet*

A placa Arduino MEGA 2560 é baseada no microcontrolador Atmel 2560, com a seguinte pinagem:

- 8 (oito) entradas e saídas para alimentação;
- 54 (cinquenta e quatro) entradas e saídas digitais;
- 16 (dezesseis) entradas analógicas.

O detalhamento de cada um dos pinos está apresentado nas seções subsequentes.

### 1. Alimentação da placa Arduino MEGA

A alimentação da placa pode ser feita tanto pela entrada USB quanto por uma entrada de alimentação externa.

A alimentação externa é feita através do conector *jack* com positivo no centro, admitindo tensão da fonte externa entre os limites de tolerância entre 6V a 20V e operação entre 7 V e 12 V.

A placa possui as proteções das entradas, assim como seleciona automaticamente qual é a entrada que está sendo utilizada, USB ou *jack*.

Caso ambas as entradas sejam utilizadas, a placa utiliza a tensão da fonte externa, utilizando a USB apenas para comunicação com o PC.

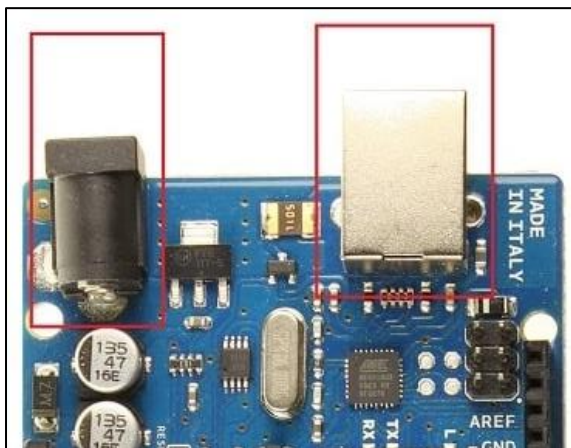


Figura 1 – Alimentação da placa Arduino MEGA 2560

Os pinos de alimentação proporcionam a alimentação para os componentes instalados na placa (módulos e *shields* – placas de circuito impresso – PCB – conectados ao Arduino).

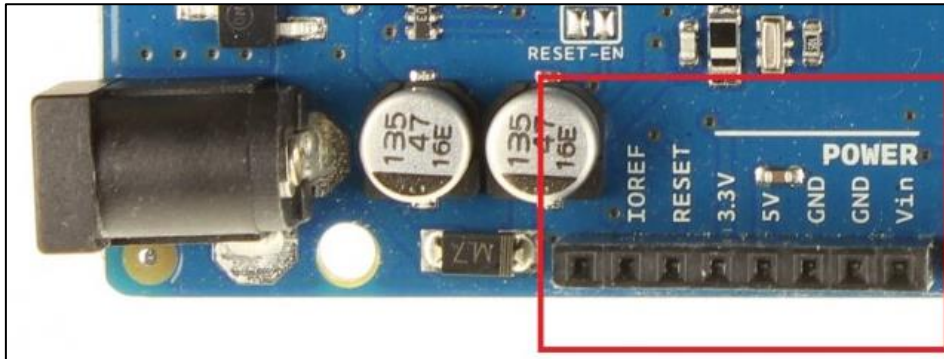


Figura 2 – Pinagem de alimentação da placa Arduino MEGA 2560

Os pinos possuem as seguintes funções:

- **IOREF** – Fornece uma tensão de referência para que *shields* possam selecionar o tipo de interface apropriada. Dessa forma, *shields* que funcionam com a placas Arduino que são alimentadas com 3,3V podem ser adaptar para ser utilizados em 5V e vice-versa.
- **RESET** – pino conectado a pino de RESET do microcontrolador. Pode ser utilizado para um *reset* externo da placa Arduino.
- **3,3 V** – Fornece tensão de 3,3V. para alimentação de *shield* e módulos externos. Corrente máxima de 50 mA.
- **5 V** – Fornece tensão de 5 V para alimentação de *shields* e circuitos externos.
- **GND** – pinos de referência para terra (*ground*).
- **VIN** – pino da fonte externa, quando a placa é alimentada através do conector *jack*.

Quando a placa é alimentada um LED com a identificação ON acende e um LED com a identificação L pisca.

## 2. Entradas e saídas digitais

A placa possui 54 pinos de entradas e saídas digitais que podem ser utilizadas como entrada ou saída conforme a necessidade do projeto, para uso geral; e para funções especiais.

Os pinos operam com tensão de 5V e podem fornecer ou drenar até 40 mA.

Cada pino possui resistor de *pull-up* interno que pode ser habilitado por software (um resistor *pull-up* tem a função de "puxar" - *pull* - a tensão da carga a que está conectado para nível lógico alto; para isso possui tipicamente um valor alto de resistência).

Os pinos possuem as seguintes funções:

- Uso geral
- Comunicação Serial;
- Interrupções externas;
- Saídas no formato *Pulse Width Modulation* (PWM);
- Comunicação Serial no formato *Serial Peripheral Interface* (SPI);
- Comunicação Serial no formato I2C.

## 2.1. Entradas/saídas digitais de uso geral

Utilizados os pinos:

- Pinos 0 a 53.

Podem ser usados de forma genérica, conforme a conveniência do projeto.

## 2.2. Entradas/saídas para comunicação Serial

Utilizados os pinos, aos pares,

- 0 (RX), 1 (TX) – Serial 0;
- 19 (RX), 18 (TX) - Serial 1;
- 17 (RX), 16 (TX) - Serial 2; e
- 15 (RX), 14 (TX) - Serial 3.

Na placa, os pinos 0 e 1 estão conectados aos pinos do microcontrolador ATmega16U2, responsável pelo controle da comunicação USB.



Figura 3 – Entradas e saídas de comunicação serial da placa Arduino MEGA 2560

## 2.3. Entradas para interrupções externas

Utilizados os pinos

- 2 (*interrupt 0*);
- 3 (*interrupt 1*);
- 18 (*interrupt 5*);
- 19 (*interrupt 4*);
- 20 (*interrupt 3*); e
- 21 (*interrupt 2*).

Podem ser configurados para disparo da interrupção tanto na transição da borda de subida quanto na transição de descida, em níveis lógicos alto ou baixo, conforme a necessidade do projeto.

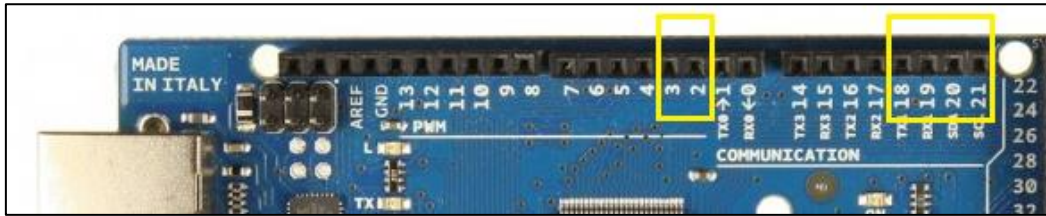


Figura 4 – Entradas de interrupção da placa Arduino MEGA 2560

## 2.4. Saídas para comunicação em *Pulse Width Modulation* (PWM)

Utilizados os pinos

- 2 a 13; e 44 a 46 como saídas PWM.

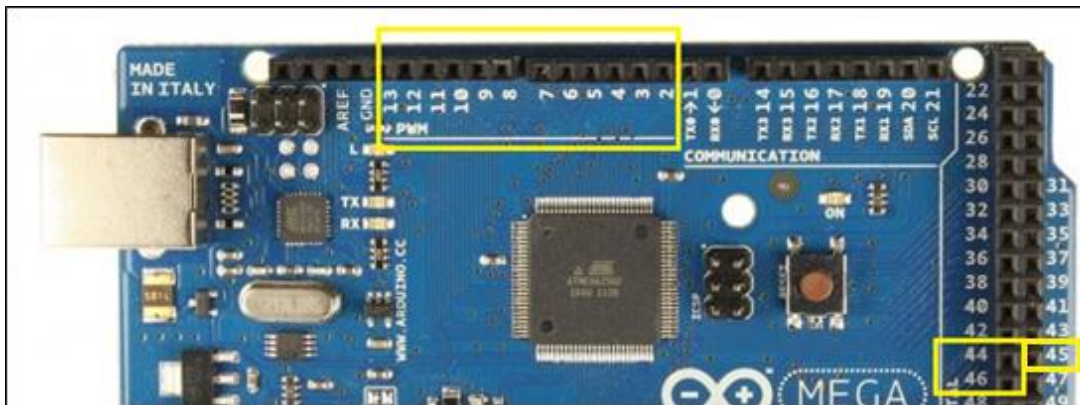


Figura 5 – Saídas para comunicação PWM na placa Arduino MEGA 2560

Vamos entender o conceito de modulação para depois entender o conceito de modulação por largura de pulso (PWM).

Modulação é uma operação realizada sobre dois sinais, um sinal que contém uma informação, chamado sinal modulante; e um sinal a ser transmitido transportando a informação, chamado de portadora. O sinal modulante altera o comportamento da portadora. A alteração da portadora carrega a informação.

O sinal modulado é mais robusto do que o sinal modulante para suportar as imperfeições do canal de comunicações. A portadora altera o comportamento em frequência do sinal modulante. Por esse motivo diz-se que o sinal modulante está em banda (referência a seu comportamento em frequência) base.

Na modulação PWM o sinal modulante é um sinal analógico e a portadora é um trem de pulsos retangulares com um período  $T$ . A variação da largura do semiciclo positivo do pulso retangular carrega o valor do sinal analógico. A relação entre o semiciclo positivo e o período é chamada de taxa de ciclo. Ou

seja, a saída PWM é um sinal digital com a largura no nível alto do sinal que depende da amplitude variável dentro de um intervalo de tempo  $T$ .

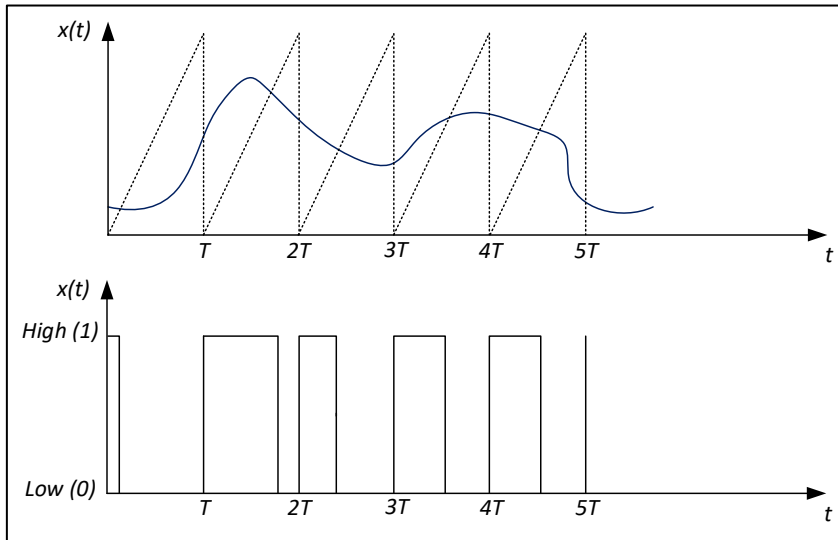


Figura 6 – Exemplo de portadora  $x(t)$  modulada em largura de pulso (PWM)

O padrão do sinal PWM da placa Arduino MEGA é de 8 bits de resolução – mais à frente comentamos sobre a resolução de sinais analógicos discretizados.

## 2.5. Entradas/saídas para comunicação *Serial Peripheral Interface (SPI)*

Utilizados os pinos:

- pino 50 (MISO);
- pino 51 (MOSI);
- pino 52 (SCK); e
- pino 53 (SS).

Estes pinos estão ligados ao conector ICSP.

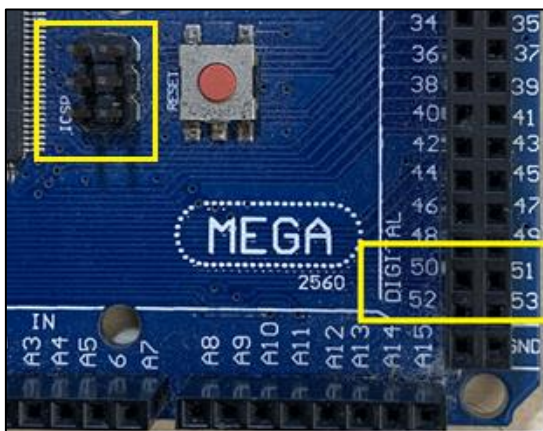


Figura 7 – Entradas e saídas SPI da placa Arduino MEGA 2560



Para entendermos os sinais nos pinos de SPI é necessário entender preliminarmente a diferença entre comunicação serial e paralela.

As informações representadas digitalmente utilizam códigos binários. Os códigos possuem um conjunto de palavras válidas, cada uma das quais com o número de bits. Em algumas condições não é necessário modular o sinal que contém a informação para transmiti-lo, logo os bits podem ser transmitidos diretamente pelo canal, sem modulação. Na comunicação paralela, os bits de cada palavra do código são transmitidos simultaneamente. Na comunicação serial, cada bit de uma palavra é transmitido sequencialmente. A comunicação que utiliza o padrão SPI é serial.

Além da diferença entre comunicação paralela e serial é necessário entender a diferença entre comunicação síncrona e assíncrona. Na comunicação síncrona, o envio da sequência de bits do equipamento transmissor ao equipamento receptor é controlado por um sinal de sincronismo (*clock*), para assegurar que os bits transmitidos estejam sendo recebidos adequadamente, pois as imperfeições do meio de comunicações pode prejudicá-las. Na comunicação o equipamento transmissor controla a operação, razão pela qual é designado como *Master*, enquanto o equipamento receptor é designado como *Slave*, ambos operando na base de tempo do sinal de *clock*. A comunicação que utiliza o padrão SPI é síncrona.

Por fim, é necessário compreender comunicação *simplex*, *half-duplex* e *duplex* (ou *full-duplex*). A comunicação *simplex* se caracteriza pela possibilidade de transmissão da informação somente em um sentido no canal. A comunicação *duplex* se caracteriza pela possibilidade de transmitir a informação em ambos os sentidos de um canal. A comunicação que utiliza o padrão SPI é *duplex*.

O padrão SPI permite a conexão a uma taxa máxima de 2Mbps, utilizando um barramento de 3 bits mais o número de *Slaves* envolvidos. Nas ligações da placa Arduino MEGA 2560, as conexões dos pinos para comunicação SPI significam o seguinte:

- o pino 50 (MISO – *Master Input Slave Output*) se destina a receber os dados do *Slave* com o qual o Atmel 2560 (*Master*) se ligará;
- o pino 51 (MOSI – *Master Output Slave Input*) se destina ao envio dos dados do Atmel 2560 (*Master*) ao *Slave*;
- o pino 52 (SCK) se destina ao sinal de *clock*;
- o pino 53 (SS – *Slave Select*) se destina à seleção do *Slave* – opera em nível baixo.

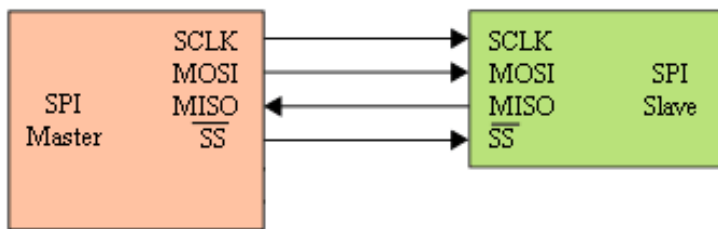


Figura 8 – Funções dos pinos de entrada e saída SPI da placa Arduino MEGA 2560

## 2.6. Entradas/saídas para comunicação I2C

Utilizados os pinos:

- Pino 20 (SDA); e
- Pino 21 (SCL).

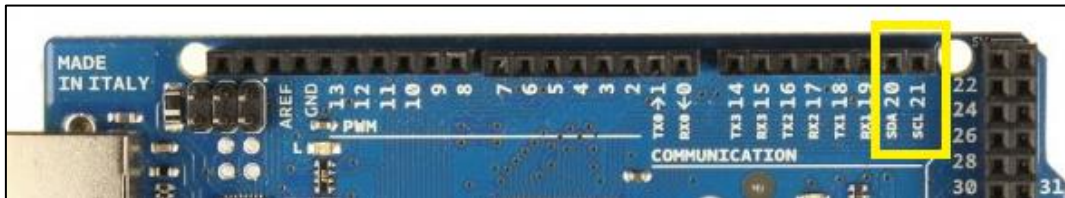


Figura 9 – Entradas e saídas de comunicação I2C da placa Arduino MEGA 2560

O protocolo de comunicação I2C facilita a integração com circuitos de aplicação final, como sensores.

A comunicação é feita por um barramento de 2-bits, um bit para a transmissão serial (SDA – *Serial Data*), no pino 20 da placa Arduino MEGA 2560; e um bit para a transmissão do sinal de clock (SCL – *Serial Clock*).

Os dispositivos conectados possuem endereço fixo e é possível configurá-los para receber ou transmitir dados, podendo ser classificados como *Master* ou *Slaves*.

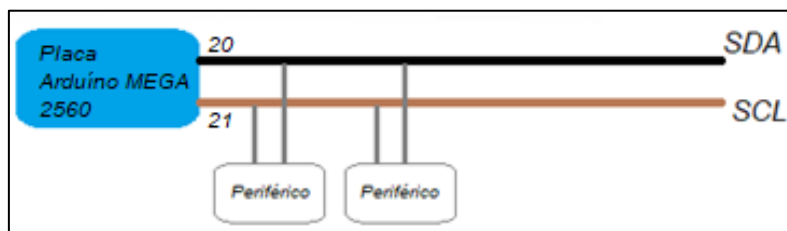


Figura 10 – Conexão da placa Arduino MEGA 2560 com periféricos usando os pinos 20 e 21

## 3. Entradas analógicas

A placa Arduino MEGA 2560 possui 16 (dezesesseis) pinos para entradas analógicas:

- Pinos A0 a A15.



Figura 11 – Entradas analógicas da placa Arduino MEGA 2560

A conversão do sinal analógico de entrada para o sinal digital e vice-versa é realizada pelo microcontrolador 2560, com a resolução de 10-bits (Ver o *datasheet* do Atmel 2560 – o microcontrolador possui internamente um conversor Analógico-Digital).

A resolução indica a discretização do sinal. O sinal analógico se comporta com uma variação contínua entre o menor e o maior valor de sua amplitude. O sinal discreto não admite uma variação contínua de amplitude. Admite somente valores de acordo com um conjunto limitado de níveis.

Um sinal analógico com resolução de N bits pode ser representado por  $2^N$  níveis possíveis. No caso do Atmel 2560, como a resolução é de 10-bits, o sinal analógico é aproximado para um dos 1024 níveis discretos.

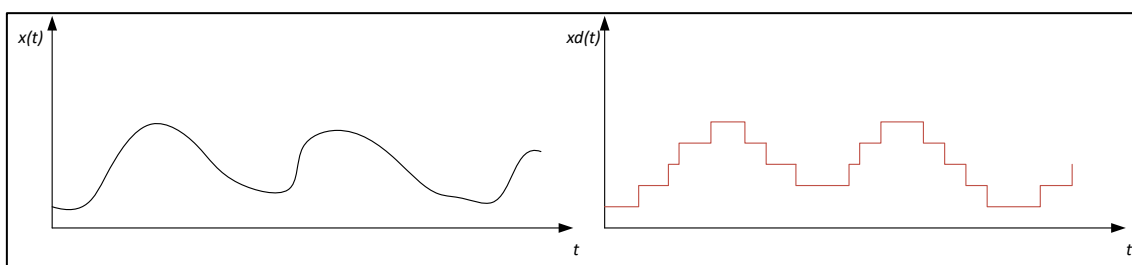


Figura 12 – Exemplo de sinal analógico  $x(t)$  e sua representação discreta  $x_d(t)$

A tensão de referência ao limite do sinal analógico de entrada é de 5 V. O pino AREF pode ser utilizado como entrada para um sinal de referência diferente de 5V, desde que se respeite os limites entre 0V e 5V, sob pena de poder haver dano à placa.

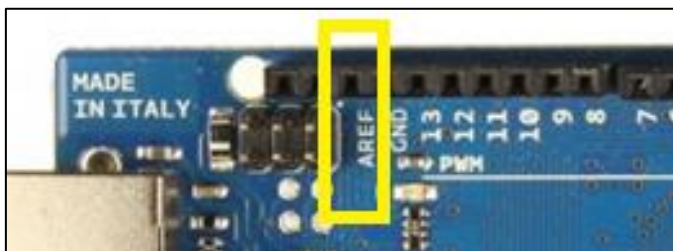


Figura 13 – Pino AREF para ajuste – se necessário – dos limites dos sinais analógicos de entrada da placa Arduino MEGA 2560



Em síntese, as funções dos pinos da placa Arduino MEGA 2560 são:

Pino	Função	Detalhe	Pino	Função	Detalhe
OEREF	Tensão de referência		30	Uso geral	
RESET	Reset		31	Uso geral	
3,3V	Tensão de saída de 3,3V		32	Uso geral	
5V	Tensão de saída de 5V		33	Uso geral	
GND	Terra		34	Uso geral	
VIN	Tensão de saída derivada do jack		35	Uso geral	
0	Comunicação serial+Uso geral	Rx	36	Uso geral	
1	Comunicação serial+Uso geral	Tx	37	Uso geral	
2	Interrupt+Comunicação PWM+Uso geral		38	Uso geral	
3	Interrupt+Comunicação PWM+Uso geral		39	Uso geral	
4	Comunicação PWM+Uso geral		40	Uso geral	
5	Comunicação PWM+Uso geral		41	Uso geral	
6	Comunicação PWM+Uso geral		42	Uso geral	
7	Comunicação PWM+Uso geral		43	Uso geral	
8	Comunicação PWM+Uso geral		44	Comunicação PWM+Uso geral	
9	Comunicação PWM+Uso geral		45	Comunicação PWM+Uso geral	
10	Comunicação PWM+Uso geral		46	Comunicação PWM+Uso geral	
11	Comunicação PWM+Uso geral		47	Uso geral	
12	Comunicação PWM+Uso geral		48	Uso geral	
13	Comunicação PWM+Uso geral		49	Uso geral	
14	Comunicação PWM+Uso geral	Tx	50	Comunicação SPI+Uso geral	MISO
15	Comunicação PWM+Uso geral	Rx	51	Comunicação SPI+Uso geral	MOSI
16	Comunicação PWM+Uso geral	Tx	52	Comunicação SPI+Uso geral	SCK
17	Comunicação PWM+Uso geral	Rx	53	Comunicação SPI+Uso geral	SS
18	Comunicação serial+Interrupt+Uso geral	Tx	A0	Saída analógica	
19	Comunicação serial+Interrupt+Uso geral	Rx	A1	Saída analógica	
20	Interrupt+Comunicação I2C+Uso geral	SDA	A2	Saída analógica	
21	Interrupt+Comunicação I2C+Uso geral	SCL	A3	Saída analógica	
22	Uso geral		A4	Saída analógica	
23	Uso geral		A5	Saída analógica	
24	Uso geral		A6	Saída analógica	
25	Uso geral		A7	Saída analógica	
26	Uso geral		A8	Saída analógica	
27	Uso geral		A9	Saída analógica	
28	Uso geral		A10	Saída analógica	
29	Uso geral		A11	Saída analógica	
30	Uso geral		A12	Saída analógica	
			A13	Saída analógica	
			A14	Saída analógica	
			A15	Saída analógica	

A figura apresenta uma visão geral das funções e da localização na placa.

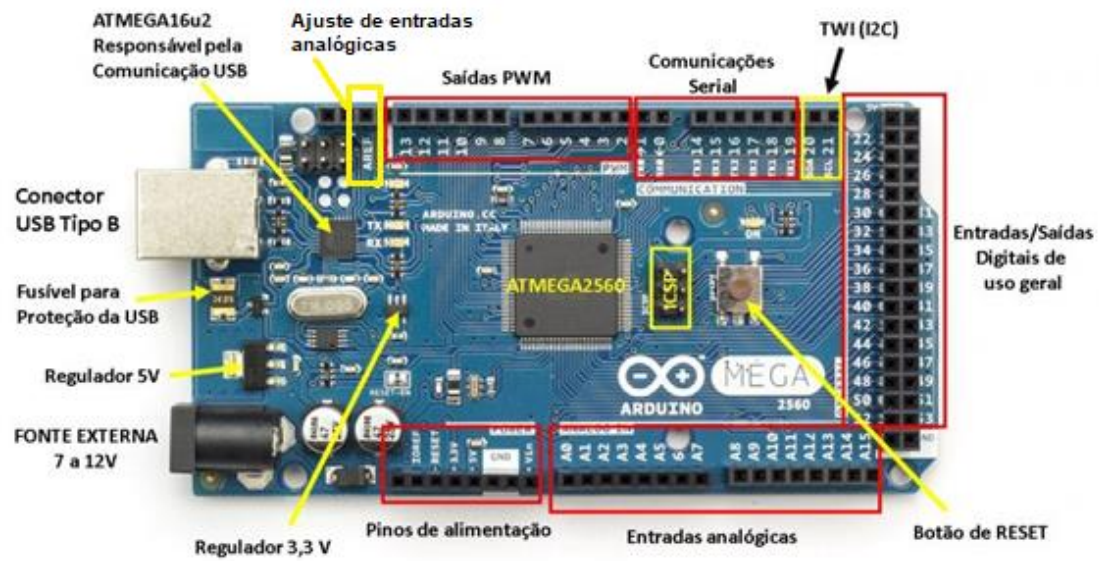


Figura 14 – Visão geral da pinagem da placa Arduino MEGA 2560