L-System 3D

Universidade Federal de Goiás Alunos: Marcelo Marcinio Pereira Junior Roberto da Luz Alcantara Junior Walisson Pereira de Jesus

Roteiro

- Introdução
- Gramática
- Funcionamento
- Resultados
- Referências

Introdução

- Modelo desenvolvido pelo biólogo Aristid Lindenmayer.
- Objetivo era criar uma maneira de simular o crescimento de plantas.
- Utiliza uma gramática para gerar as plantas, similar a Gramática de Chomsky.
- A árvore é criada por regras de produção ou também chamadas de DNA.

Gramática

- Definida por uma quádrupla ordenada G = {V, T, P, S}
 - V: é o conjunto de símbolos chamados de variáveis ou não terminais.
 - T: é o conjunto de símbolos chamados de constantes.
 - P: Conjunto de regras de produção.
 - S: é o axioma, o primeiro elemento sobre o qual se dará a aplicação das regras de produção, ou seja, o estado inicial.

Gramática

- Diferença da Gramática de Chomsky
 - Chomsky faz substituição sequencial dos símbolos.
 - L-System faz substituição paralela dos símbolos.

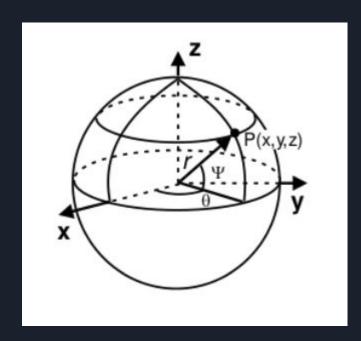
Exemplo: Substituição dos símbolos em L-System.

Figura 1.

Definição	Nível	Produção
Gramática G1 V={S, F} T={+, -, V, [,], C, <, >} P={S→F[+F][<f], F→FF[+VFF][-CF]}</f], 	n=0	F[+F][<f]< td=""></f]<>
	n = 1	FF[+VFF][-CF][+FF[+VFF][-CF]][<ff[+vff][-cf]]< td=""></ff[+vff][-cf]]<>
	n=2	FF[+VFF][-CF]FF[+VFF][-CF][+VFF][-CF]FF[+VFF] [-CF]][-CFF[+VFF][-CF]][+FF[+VFF][-CF]FF[+VFF][-CF] [+VFF[+VFF][-CF]FF[+VFF][-CF]][-CFF[+VFF][-CF]]] [<ff[+vff][-cf]ff[+vff][-cf]]]< td=""></ff[+vff][-cf]ff[+vff][-cf]]]<>

- Interpretação dos símbolos
 - F desenha uma linha de (x, y, z) até (x', y', z') com distância d e um ângulo θ
 - + rotaciona o cursor em xy em um ângulo +α
 - rotaciona o cursor em xy em um ângulo -α
 - rotaciona o cursor em yz em um ângulo +β
 - < rotaciona o cursor em yz em um ângulo -β
 - o [empilha o estado atual do cursor
 - o] desempilha o último estado armazenado
 - o M é uma tonalidade da cor marrom
 - V é uma tonalidade da cor verde
 - C é uma tonalidade da cor verde
 - X é uma tonalidade da cor verde

Figura 2 - Vetor em R³



- A cada nível é feita substituição dos símbolos que vão gerar uma nova cadeia.
 - A quantidade de níveis determina a complexidade da planta.
 - Menor complexidade significa menos detalhes na planta.
- Ao final da substituição temos uma estrutura planta que possui um vetor de linhas, no qual representa a planta.

- Gramática G = {V, T, P, S}
 - \circ V = {S, F}

 - $\circ P = \{S \rightarrow F[+F][-F][<F][>F], F \rightarrow FF[+VFF][-CF][>>VF][<XF]\}$
 - o α= 22°
 - o d=3

Figura 3 - Substituição dos símbolos na gramática G em 2 iterações

Figura 3.1 - Interpretação gráfica da gramática G em 2 iterações



Figura 4 - Substituição dos símbolos em 3 iterações. A figura está incompleta por conta do tamanho da cadeia ser muito grande.

+VEF || -CF || >>VF || -XF || FF || -CF || >>VF || -XF || +VEF || -VEF || -CF || >>VF || -XF || -CF || >>VF || -XF || -CFF || -CFF || -XF || -CFF || -XF || CHF[+VFF][-CF][>>VF][+VFF][-VF +VFF][-CF][>>VF][<XF]]][-CFF[+VFF][-CF][>>VF][<XF][<XF][F[+VFF][-CF][>>VF][<XF][+VFF][-CF][>>VF][<XF][+VFF][-CF][>>VF][-CF][>>VF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-VFF][-CF][-VFF][·CF||>>VF||<XF|||>>VFF|+VFF||-CF||>>VF||<XF||+VFF||-CF||>>VF||<XF||+VFF||-CF||>>VF||+VFF||-CF||>>VF||+VFF||-CF||>>VF||+VFF||-CF||>>VF||+VFF||-CF||>>VF||+VFF||+VFF||-CF||>>VF||+VFF||-CF||>>VF||+VFF||-CF||>>VF||+VFF||-CF||->>VF||+VFF||-CF||->>VF||+VFF||-CF||->>VF||+VFF||-CF||->>VF||+VFF||-CF||->>VF||+VFF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||-CF||->>VF||->>VF||->>VF||->>VF||->>VF||->>VF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF||->>\CF |PF[+VFF][-CF][>>VF][-XFF][-CF][-XFF][-CF][-XFF] -CF ||>>VF || -CF || +VFF || -CF ||>>VF || -KF || || >VF || -KF | [>>VF][<XF][+VFF][-CF][>>VF][>>VF][<XF][+VFF][-CF][>>VF][>>VF][>>VF][>>VF][>>VF][+VFF][-CF][>>VF][>>VF][+VFF][-CF][>>VF]][>>VE][4XE][4XEE[+VEE][-CE][>>VE][4XE]]]][-EE[+VEE][-CE][5>VE][4XE][FE[+VEE][-CE][5>VE][4XE][4VEE][|>>VF||[<>XF||[-CF|[+VFF|[-CF|[>>VF][<>XF]][>>VF|[+VFF][-CF][>>VF][<>XF]|[<>XF][<>XF][<>XF][<>XF][<>YF][<>YF][<>XF][<>XF][<>XF][</br> +VFF || -CF || >>VF || <XF | || -CFF | +VFF || -CF || >>VF || <XF || || >>VFF || -CF || >>VF || <XF || || CF][>>VF][<XF]F[+VFF][-CF][>>VF][<XF]][<CFF[+VFF][-CF][>>VF][<XF]][+VFF][-CF][>>VF][-CF][>>VF][-VFF][-CF][>>VF][-VFF][-V |+VFF||-CF||>>VF||-XF||+VFF||-VFF||-CF||>>VF||-XF||FF||+VFF||-CF||>>VF||-XF|||-CF||+VFF||-XF|||-XF|||-XF|||-XF| #FF][-CF][|>>VF][|XFF||+VFF]|-CF]||>>VF]||<XF]||FF||+VFF]||-CF]||>>VF]||XFF||+VFF]|-CF]||>>VF]||XFF||+VFF]||-CF]||>>VF]||XFF||+VFF]||-CF]||>>VF]||XFF||+VFF]||-CF]||>>VF]||XFF||+VFF]||-CF]||>>VF]||XFF||+VFF]||-CF]||>>VF]||XFF||+VFF]||-CF]||>>VF]||XFF||+VFF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]||-CF]|| >][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-CF][-VFF][-[>>VF][«XF]][-CF][>>VF][«XF]][-CF][>>VF][«XF]][>>VF][«XF]][-CF][-VFF][-VFF][-CF][-VFF][-VFF][-CF][-VF +VFF[|+VFF||-CF||>>VF||<XF|||+VFF||-CF||>>VF||<XF|||>>VF||<XF||+VFF||-CF||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF|||>>VF||<XF||>>VF||<XF||>>VF||<XF||>>VF||<XF||>>VF||<XF||>>VF||>>VF||<XF||>>VF||>>VF||<XF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF||>>VF|

Figura 4.1 - Interpretação gráfica da gramática G em 3 iterações



Figura 5 - Substituição dos símbolos em 4 iterações. A figura está incompleta por conta do tamanho da cadeia ser muito grande.

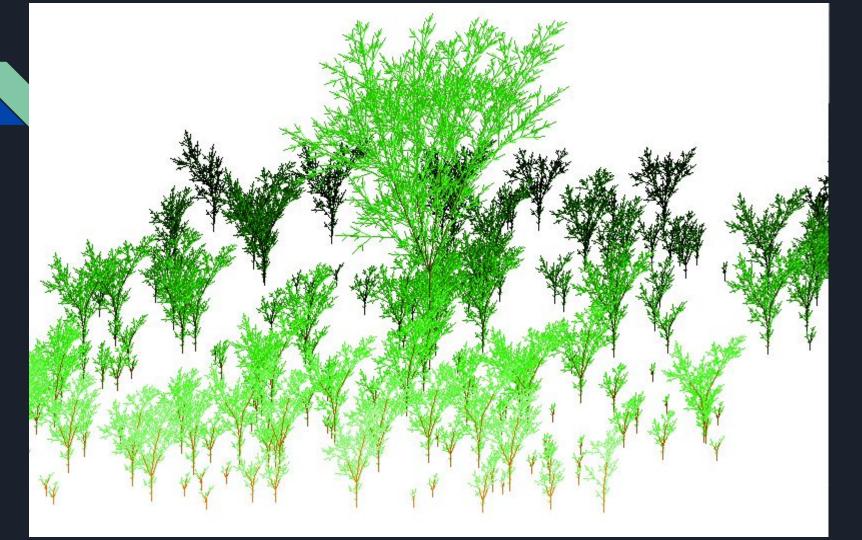
FF[!VFF][-CF][>>VF][-XF]FF[!VFF][-CF][>>VF][-XF][!VFF] - XF][!VFF] - XF][-XF][-X FED[-CF][>>VF][-XF] [-XF >>#][<X|][[<XF][+VFF][+VFF][-CF][>>VF][<XF]]][-CFF[+VFF][-CF][>>VF][<XF]][-CF][>>VF][-VFF][-CF][>>VF][-VFF][-VFF][-CF][>>VF][-XF][-VFF][-CF][>>VF][-XF][-VFF][-V [-CF][-SVF][-XF]][-XF][-YFF][-CF][-SVF][-XFF][-X F| 14FF|| -CF||>>VF|| -CKF||| -CFF| 14VFF|| -CF||>>VF|| -CKF|||-XFF||| -CF||>>VF|| -CKF||| -CK][CF][>>VF][XF][WFF][CF][CF][>>VF][XF]F[WFF][CF][>>VF][XF]][CF][>>VF][XF][WFF][CF][>>VF][XF][WFF][CF][>>VF][XF][XF][XFF][XFF] FF[| VFF][- CF][>>VF][< XF]][< XFF] | CF][>>VF][< XF]][< XF] | CF][>>VF][< XF] | CF][>>VF][< XF] | CF][>>VF] | CF][>VF] | CF][>VF] | CF][>VF] | CF][>VF] | CF] | [][cori][-(rr]][-(rr]][-(rr][cori][c VET][-CET][>>VET][-XET][-XET][-VET][-CET][>>VET][-XET]T [-VET][-CET][>>VET][-XET]T [-VET][-XET]T [-XET >VF][<XF][-CF[+VFF][-CF][>>VF][<XF]][>>VF[+VFF][-CF][>>VF][<XF][-CF][>>VF][-XF][-CF][>>VF][-XF][-CF][>>VF][-XF][-CF][-VFF][-VFF][-CF][-VFF [+VFF][+VFF][-CF][>>VF][+VFF][-CF][>>VF][+VFF][-CF][>>VF][-CF][>>VF][+VFF][-CF][>>VF][+VFF][-CF][>>VF][+VFF][-CF][>>VF][+VFF][+VFF][+VFF][-CF][>>VF][+VFF][+ +VFF][-CF][>>VF][-XF]FF[+VFF][-CF][>>VF][-XF]][-XF][+VFF][-V [] -CF [|>>VF][<XF [FF[+VFF [] -CF]|>>VF][<XF] | -CF [|>>VF][+VFF]| -CF ||>>VF][<XF] | -CF ||>>VF || <XF | | -CF ||>>VF || <XF || -CF ||>>VF || -CF ||>>VF || <XF || -CF ||>>VF || <XF || -CF ||>>VF ||-CF ||-CF ||>>VF ||-CF ||-CF ||>>VF ||-CF ||-CF ||-CF ||-CF ||>>VF ||-CF || F || >>VF || <XF || FF | +VFF || -CF || >>VF || <XF || +VFF || +VFF || -CF || >>VF || <XF || FF || +VFF || -CF || >>VF || <XF || -CF || >>VF || <XF || <XF || >>VF || <XF || <XF || <XF || >>VF || <XF FE][CF][>>VF][<XF]][OFF[VFF][CF][>>VF][<XF]][<XF][<XYF][VED[[-CF][>>VE][-XF]][-CF[+VFF][-CF][>>VE][-XF]][>>VEF[+VFF][-CF][>>VE][-XFF][-CF][>>VF][-XF][-VFF]-VFF][-CF][>>VF][-XF][-XF][-XFF][VF][<XF]]]{svFF[+VFF][-CF][>xVF][<XF]F[+VFF][-CF][>xVF][<XF]F[+VFF][-CF][>xVF][<XF]F[+VFF][-CF][>xVF][-XFF][-CF][>xVF][-XFF][-XFF][-CF][>xVF][-XFF][-X >>\F\| [+\FF| [-\F|]=\F| [-\F|]=\F| [-\FF| ||>>VF]|(<XF)|+VFF|+VFF||-CF||>>VF||(<XF)F|+VFF||-CF||>>VF||(<XF)||-CF||>>VF||(<XF)||-CF||>>VF||(<XF)||+VFF||-CF||>>VF||(<XF)||-CF||>>VF||(<XF)||-CF||>>VF||(<XF)||-CF||>>VF||(<XF)||-CF||>>VF||(<XF)||-CF||>>VF||-CF||>>VF||-CF||>>VF||-CF||>>VF||-CF||->VF||-CF||->VF||-CF||->VF||-CF||->VF||-CF||->VF||-CF||->VF||-CF||->VF||-CF||->VF||-CF||->VF||-CF||->VF||-CF||->VF||-CF||--CF||->VF||-CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF||--CF FF || -CF || >>VF || <XF || | <XFF || +VFF || -CF || >>VF || <XF || +VFF || +VFF || -CF || >>VF || <XF || FF || +VFF || -CF || >>VF || <XF || +VFF || +VFF || -CF || >>VF || <XF || +VFF || +VFF || -CF || >>VF || <XF || +VFF || +VFF || -CF || >>VF || <XF || +VFF || +VFF || -CF || >>VF || <XF || +VFF || +VFF || +VFF || -CF || >>VF || <XF || +VFF || +V F | | < XF | | | - CFF | + VFF | | - CF | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | | >> VF | | < XF | | < XF | | >> VF | | < XF | | >> VF | | < XF | | VEF | VFF || CF || >>VF || <XF | FF | VFF || -CF || >>VF || <XF | || -CF || VFF || -CF || >>VF || <XF | || >>VF || <XF |

Figura 5.1 - Interpretação gráfica da gramática G em 4 iterações



Resultados

- Os resultados foram satisfatórios, onde geramos um universo (floresta).
- Com captura de comandos do teclado realizamos as seguintes transformações no universo:
 - Rotação em torno de y
 - Translação em z
- Foi utilizado a perspectiva de projeção cavaleira para projetar o universo.



Referências

- http://algorithmicbotany.org/papers/abop/abop-ch1.pdf Acesso em 24 de novembro de 2017
- https://www.unimep.br/phpg/bibdig/pdfs/2006/WJETMILTOISG.pdf Acesso em 24 de novembro de 2017
- https://webserver2.tecgraf.puc-rio.br/~mgattass/fcg/trb05/FabioB/trees.ht
 ml Acesso em 24 de novembro de 2017
- http://algorithmicbotany.org/ Acesso em 24 de novembro de 2017